

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 5月29日

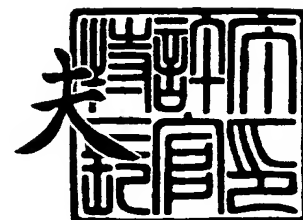
出願番号  
Application Number: 特願2003-153425  
[ST. 10/C]: [JP 2003-153425]

出願人  
Applicant(s): 新科實業有限公司  
TDK株式会社

2004年 2月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 99P05385

【提出日】 平成15年 5月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/31

【発明者】

    【住所又は居所】 長野県佐久市小田井 5 4 3

    【氏名】 飯塚 大助

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

    【氏名】 木村 富士巳

【特許出願人】

    【識別番号】 500393893

    【氏名又は名称】 新科實業有限公司

【特許出願人】

    【識別番号】 000003067

    【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100109656

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三反崎 泰司

【代理人】

    【識別番号】 100098785

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 019482

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜コイルおよびその形成方法ならびに薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に形成され、この基板の面内方向と直交する軸を中心として前記面内方向に沿って巻回すると共に、前記基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなす螺旋状の第 1 のコイルと、

前記第 1 のコイルの巻線間領域に設けられた第 2 のコイルと、

前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルとを隔てる絶縁壁と

を有することを特徴とする薄膜コイル。

【請求項 2】 前記第 1 のコイルは、前記基板から遠ざかるに従って、しだいに幅が大きくなるように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の薄膜コイル。

【請求項 3】 前記絶縁壁は、前記基板から遠ざかるに従って、しだいに薄くなるように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の薄膜コイル。

【請求項 4】 前記第 1 のコイルは、めっき成長、スパッタリング法または化学的气相成長法のいずれかにより形成されたものである

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の薄膜コイル。

【請求項 5】 前記絶縁壁は、流動性を示す有機物を硬化させたものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の薄膜コイル。

【請求項 6】 前記絶縁壁は、SOG を用いて形成されたものであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の薄膜コイル。

【請求項 7】 基板上に、この基板の面内方向と直交する軸を中心として前記面内方向に沿って巻回すると共に、前記基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなす螺旋状の第 1 のコイルを形成する工程と、

前記第 1 のコイルの巻線間領域を埋め込むように絶縁層を形成する工程と、

前記第 1 のコイルをマスクとして用い、前記第 1 のコイルの側面が前記絶縁層

の一部からなる絶縁壁によって覆われるように、前記絶縁層を選択的にエッチングする工程と、

前記絶縁壁によって前記側面が覆われた前記巻線間領域の内部を埋め込むように第2のコイルを形成する工程と

を含むことを特徴とする薄膜コイルの形成方法。

【請求項8】 前記第1のコイルを形成する工程は、

前記基板上に、前記基板とは反対側の端面が最も小さい幅をなす螺旋状パターンを含むレジスト層を形成する工程と、

前記螺旋状パターンの巻線間領域を埋め込むように第1のコイルを形成する工程と

を含むことを特徴とする請求項7に記載の薄膜コイルの形成方法。

【請求項9】 前記基板から遠ざかるに従って、しだいに幅が大きくなるように前記第1のコイルを形成する

ことを特徴とする請求項7または請求項8に記載の薄膜コイルの形成方法。

【請求項10】 前記絶縁壁の幅が、前記基板から遠ざかるに従って、しだいに小さくなるように前記絶縁層を選択的にエッチングする

ことを特徴とする請求項7ないし請求項9のいずれか1項に記載の薄膜コイルの形成方法。

【請求項11】 めっき成長により、前記第1のコイルを形成する

ことを特徴とする請求項7ないし請求項10のいずれか1項に記載の薄膜コイルの形成方法。

【請求項12】 流動性を示す有機物を用いて前記絶縁層を形成する

ことを特徴とする請求項7ないし請求項11のいずれか1項に記載の薄膜コイルの形成方法。

【請求項13】 SOGを用いて前記絶縁層を形成する

ことを特徴とする請求項7ないし請求項11のいずれか1項に記載の薄膜コイルの形成方法。

【請求項14】 基板上に絶縁層を形成する工程と、

この絶縁層の上に、前記基板の面内方向と直交する軸を中心として前記面内方

向に沿って巻回する螺旋状のレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンをマスクとして用い、前記絶縁層を選択的にエッチングすることにより、前記基板とは反対側の開放端が最も大きな幅をなす螺旋状溝を形成する工程と、

前記螺旋状溝の内部を埋め込むように、前記基板とは反対側の端面が最も大きな幅をなす第1のコイルを形成する工程と、

前記第1のコイルをマスクとして用い、前記第1のコイルの側面が前記絶縁層の一部からなる絶縁壁によって覆われるように前記絶縁層を選択的にエッチングする工程と、

前記絶縁壁によって前記側面が覆われた前記巻線間領域の内部を埋め込むように第2のコイルを形成する工程と

を含むことを特徴とする薄膜コイルの形成方法。

【請求項15】 前記基板から遠ざかるに従って、しだいに幅が大きくなるように前記螺旋状溝を形成する

ことを特徴とする請求項14に記載の薄膜コイルの形成方法。

【請求項16】 めっき成長、スパッタリング法または化学的気相成長法のいずれかにより、前記第1および第2のコイルを形成する

ことを特徴とする請求項14または請求項15に記載の薄膜コイルの形成方法。

【請求項17】 磁気的に連結され、記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する少なくとも2つの磁性層と、この少なくとも2つの磁性層またはこれらに連結された他の磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドであって、

前記薄膜コイルが、

基板上に形成され、この基板の面内方向と直交する軸を中心として前記面内方向に沿って巻回すると共に、前記基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなす螺旋状の第1のコイルと、

前記第1のコイルの巻線間領域に設けられた第2のコイルと、

前記第1のコイルと前記第2のコイルとを隔てる絶縁壁と

を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 8】 磁気的に連結され、記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する少なくとも 2 つの磁性層と、この少なくとも 2 つの磁性層またはこれらに連結された他の磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記薄膜コイルの形成工程が、

基板上に、この基板の面内方向と直交する軸を中心として前記面内方向に沿って巻回すると共に、前記基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなす螺旋状の第 1 のコイルを形成する工程と、

前記第 1 のコイルの巻線間領域を埋め込むように絶縁層を形成する工程と、

前記第 1 のコイルをマスクとして用い、前記第 1 のコイルの側面が前記絶縁層の一部からなる絶縁壁によって覆われるように、前記絶縁層を選択的にエッチングする工程と、

前記絶縁壁によって前記側面が覆われた前記巻線間領域の内部を埋め込むように第 2 のコイルを形成する工程と

を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 1 9】 磁気的に連結され、記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する少なくとも 2 つの磁性層と、この少なくとも 2 つの磁性層またはこれらに連結された他の磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記薄膜コイルの形成工程が、

基板上に絶縁層を形成する工程と、

この絶縁層の上に、前記基板の面内方向と直交する軸を中心として前記面内方向に沿って巻回する螺旋状のレジストパターンを形成する工程と、

前記レジストパターンをマスクとして用い、前記絶縁層を選択的にエッチングすることにより、前記基板とは反対側の開放端が最も大きな幅をなす螺旋状溝を形成する工程と、

前記螺旋状溝の内部を埋め込むように、前記基板とは反対側の端面が最も大きな幅をなす第 1 のコイルを形成する工程と、

前記第 1 のコイルをマスクとして用い、前記第 1 のコイルの側面が前記絶縁層の一部からなる絶縁壁によって覆われるように前記絶縁層を選択的にエッチングする工程と、

前記絶縁壁によって前記側面が覆われた前記巻線間領域の内部を埋め込むように第 2 のコイルを形成する工程と

を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、螺旋状に巻回した薄膜コイルおよびその形成方法ならびにこの薄膜コイルを備えた薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

##### 【0 0 0 2】

#### 【従来の技術】

近年、例えばハードディスクなどの磁気記録媒体（以下、単に「記録媒体」という。）の面記録密度の向上に伴い、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、例えば、記録用の誘導型変換素子を有する記録ヘッドと、再生用の磁気抵抗効果素子を有する再生ヘッドとを組み合わせた複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。記録ヘッドには、記録媒体に記録をおこなうための磁束を形成する薄膜コイルが設けられており、この薄膜コイルが、記録ヘッドの性能と密接な関係のある磁路長の決定要因のひとつとなっている。磁路長とは、薄膜磁気ヘッドにおける記録媒体と対向する面（以下、エアベアリング面という。）から、薄膜コイルを挟むように配設されると共に各々に磁極が含まれる 2 つの磁性層が連結する位置までの長さに相当するものである。一般に、磁路長は短いことが要求される。これは、磁路長を短くすることにより、例えば磁束立ち上がり時間（Flux Rise Time）や非線形トランジションシフト（Non-linear Transition Shift: NLTS）特性などが改善でき、その結果、記録ヘッドの性能向上を図ることができるからである。一方で、薄膜コイルは、より低い電気抵抗値を示すことが要求される。

##### 【0 0 0 3】



このような薄膜コイルを形成する方法としては、フォトリソグラフィ技術を利用したものが一般的である（例えば、特許文献 1 参照。）。この方法は、具体的には、以下のような手順によるものである。まず、金属下地膜が形成された基板上にフォトリソグ膜を塗布し、フォトリソグラフィ法により螺旋状のレジストパターンを形成する。次いで、金属下地膜を利用し、螺旋状のレジストパターンの巻線間領域を埋め込むようにめっき処理を施して螺旋状の導電膜を形成する。さらに、レジストパターンの除去後、イオンミリング等を用いた金属下地膜の除去を行い、露出した導電膜の間をレジストなどの有機絶縁物、または酸化アルミニウムなどの無機絶縁物によって充填することにより、薄膜コイルを完成する。

#### 【 0 0 0 4 】

しかしながら、上記特許文献 1 のような方法では、近年の面記録密度の向上には対応することが困難であった。すなわち、記録媒体の面記録密度が向上するのに伴い、記録ヘッドのサイズの微小化が求められ、薄膜コイルについても非常に限られた領域（積層面内方向の幅または積層方向の厚み）のなかに形成することが要求される。この場合、薄膜コイルは、より低い電気抵抗値を示すことも同時に求められるので、薄膜コイルの各巻線体（ターン）の幅（断面積）をある程度確保しつつ、隣り合う巻線体の間隔（すなわち、巻線間領域の幅）を狭める必要がある。上記特許文献 1 のような方法の場合、レジストパターンの螺旋状部分の幅をより小さくしなければならないが、そうしてしまうとレジストパターンの螺旋状部分における崩れや剥離、あるいは金属下地膜の残留などが発生してしまい、その結果、薄膜コイルにおける巻線間領域の幅を狭めることが困難であった。そこで、薄膜コイルを 2 層構造とすることにより、各巻線体の断面積を確保する構造も提案されているが、その場合には積層方向の厚みを増大させてしまうという問題があった。

#### 【 0 0 0 5 】

この問題を解決するものとして、例えば、第 1 コイルを形成したのち、この第 1 コイルの表面（上面および側面）と第 1 コイルの巻線間領域の底面とに絶縁膜を形成し、さらに第 1 コイルの巻線間領域に第 2 コイルを形成するようにした方法が開示されている（例えば、特許文献 2）。この場合、第 1 および第 2 コイル

は、互いのいずれか一方の端部が接続されて一本の連続体としての薄膜コイルを構成する。この特許文献 2 の方法によれば、第 1 コイルと第 2 コイルとが絶縁膜を介して比較的高密度に、かつ同一平面上に形成された薄膜コイルが得られる。

#### 【0 0 0 6】

##### 【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 6 0 3 0 7 号公報

##### 【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 3 4 3 6 3 9 号公報

#### 【0 0 0 7】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献 2 に記載の方法では、第 1 コイルの側面が絶縁膜によって十分に覆われないことがある。特にスパッタリング法や蒸着法などにより絶縁膜を第 1 コイルの表面に付着させるようにした場合には、その傾向が強い。例えば、スパッタリング法による場合、スパッタリング真空度や成膜速度、あるいはターゲットと基板との距離などの諸条件を適切に設定する必要があるうえ、第 1 コイルにおける表面性のばらつきや側面の傾斜角度の不均一性などの不確定要素により、部分的に絶縁膜厚が不十分となることがある。また、絶縁膜を形成した段階において、十分な絶縁膜厚が得られているかどうかを確認することも困難である。このため、第 1 コイルの巻線体と第 2 コイルの巻線体との電氣的絶縁が不十分となり、電氣的な短絡を生じるおそれがあった。

#### 【0 0 0 8】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、微小領域内に高密度に形成された薄膜コイルおよびその形成方法、ならびにこのような薄膜コイルを備え、さらなる高記録密度化に対応しつつ、安定した記録特性を確保することが可能な薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

#### 【0 0 0 9】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る薄膜コイルは、基板上に形成され、この基板の面内方向と直交する軸を中心として面内方向に沿って巻回すると共に、基板とは反対側の端面が最

も大きい幅をなす螺旋状の第1のコイルと、この第1のコイルの巻線間領域に設けられた第2のコイルと、第1のコイルと第2のコイルとを隔てる絶縁壁とを有するようにしたものである。ここで、「絶縁壁」とは、第1のコイルと第2のコイルとを物理的かつ電氣的に隔てるものである。

#### 【0010】

本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、磁氣的に連結され、記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する少なくとも2つの磁性層と、この少なくとも2つの磁性層またはこれらに連結された他の磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドであって、薄膜コイルが、基板上に形成され、この基板の面内方向と直交する軸を中心として面内方向に沿って巻回すると共に、基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなす螺旋状の第1のコイルと、この第1のコイルの巻線間領域に設けられた第2のコイルと、第1のコイルと第2のコイルとを隔てる絶縁壁とを有するようにしたものである。

#### 【0011】

本発明に係る薄膜コイルまたは薄膜磁気ヘッドでは、第1のコイルが、基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなし、第1のコイルの側面がオーバーハングしている。そして、このオーバーハングした領域を埋めるように絶縁壁が設けられ、これによって、第1のコイルと第2のコイルとの間が絶縁される。

#### 【0012】

本発明に係る薄膜コイルでは、第1のコイルが、基板から遠ざかるに従って、しだいに幅が大きくなるように構成されていてもよく、めっき成長、スパッタリング法または化学的気相成長法のいずれかにより形成されたものであってもよい。絶縁壁が基板から遠ざかるに従ってしだいに薄くなるように構成されていてもよい。絶縁壁は流動性を示す有機物を硬化させたものや、SOGを用いて形成されたものであってもよい。

#### 【0013】

本発明に係る第1の観点の薄膜コイルの形成方法は、基板上に、この基板の面内方向と直交する軸を中心として面内方向に沿って巻回すると共に、基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなす螺旋状の第1のコイルを形成する工程と、第1

のコイルの巻線間領域を埋め込むように絶縁層を形成する工程と、第 1 のコイルをマスクとして用い、第 1 のコイルの側面が絶縁層の一部からなる絶縁壁によって覆われるように、絶縁層を選択的にエッチングする工程と、絶縁壁によって側面が覆われた巻線間領域の内部を埋め込むように第 2 のコイルを形成する工程とを含むようにしたものである。

#### 【 0 0 1 4 】

本発明に係る第 1 の観点の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁氣的に連結され、記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する少なくとも 2 つの磁性層と、この少なくとも 2 つの磁性層またはこれらに連結された他の磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、薄膜コイルの形成工程が、基板上に、この基板の面内方向と直交する軸を中心として面内方向に沿って巻回すると共に、基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなす螺旋状の第 1 のコイルを形成する工程と、第 1 のコイルの巻線間領域を埋め込むように絶縁層を形成する工程と、第 1 のコイルをマスクとして用い、第 1 のコイルの側面が絶縁層の一部からなる絶縁壁によって覆われるように、絶縁層を選択的にエッチングする工程と、絶縁壁によって側面が覆われた巻線間領域の内部を埋め込むように第 2 のコイルを形成する工程とを含むようにしたものである。

#### 【 0 0 1 5 】

本発明に係る第 1 の観点の薄膜コイルの形成方法または薄膜磁気ヘッドの製造方法では、あらかじめ、基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなす螺旋状の第 1 のコイルの巻線間領域を埋め込むように絶縁層を形成したのち、第 1 のコイルをマスクとして絶縁層を選択的にエッチングするようにしたので、第 1 のコイルの側面を覆う絶縁壁が形成される。

#### 【 0 0 1 6 】

本発明に係る第 1 の観点の薄膜コイルの形成方法では、第 1 のコイルを形成する工程が、基板上に、この基板とは反対側の端面が最も小さい幅をなす螺旋状パターンを含むレジスト層を形成する工程と、螺旋状パターンの巻線間領域を埋め込むように第 1 のコイルを形成する工程とを含むようにしてもよい。ここで、基板から遠ざかるに従って、しだいに幅が大きくなるように第 1 のコイルを形成す

るようにしてもよい。また、めっき成長により、第 1 のコイルを形成するようにしてもよい。さらに、流動性を示す有機物または S O G を用いて絶縁層を形成するようにしてもよく、その場合、絶縁壁の幅が、基板から遠ざかるに従って、しだいに小さくなるように絶縁層を選択的にエッチングしてもよい。

#### 【0 0 1 7】

本発明に係る第 2 の観点の薄膜コイルの形成方法は、基板上に絶縁層を形成する工程と、この絶縁層の上に、基板の面内方向と直交する軸を中心として面内方向に沿って巻回する螺旋状のレジストパターンを形成する工程と、このレジストパターンをマスクとして用い、絶縁層を選択的にエッチングすることにより、基板とは反対側の開放端が最も大きな幅をなす螺旋状溝を形成する工程と、この螺旋状溝の内部を埋め込むように、基板とは反対側の端面が最も大きな幅をなす第 1 のコイルを形成する工程と、この第 1 のコイルをマスクとして用い、第 1 のコイルの側面が絶縁層の一部からなる絶縁壁によって覆われるように絶縁層を選択的にエッチングする工程と、絶縁壁によって側面が覆われた巻線間領域の内部を埋め込むように第 2 のコイルを形成する工程とを含むようにしたものである。

#### 【0 0 1 8】

本発明に係る第 2 の観点の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁氣的に連結され、記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する少なくとも 2 つの磁性層と、この少なくとも 2 つの磁性層またはこれらに連結された他の磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、薄膜コイルの形成工程が、基板上に絶縁層を形成する工程と、この絶縁層の上に、基板の面内方向と直交する軸を中心として面内方向に沿って巻回する螺旋状のレジストパターンを形成する工程と、このレジストパターンをマスクとして用い、絶縁層を選択的にエッチングすることにより、基板とは反対側の開放端が最も大きな幅をなす螺旋状溝を形成する工程と、この螺旋状溝の内部を埋め込むように、基板とは反対側の端面が最も大きな幅をなす第 1 のコイルを形成する工程と、この第 1 のコイルをマスクとして用い、第 1 のコイルの側面が絶縁層の一部からなる絶縁壁によって覆われるように絶縁層を選択的にエッチングする工程と、絶縁壁によって側面が覆われた巻線間領域の内部を埋め込むように第 2 のコイルを形成

する工程とを含むようにしたものである。

#### 【 0 0 1 9 】

本発明に係る第 2 の観点の薄膜コイルの形成方法または薄膜磁気ヘッドの製造方法では、絶縁層を選択的にエッチングすることにより、基板とは反対側の開放端が最も大きな幅をなす螺旋状溝を形成したのち、この螺旋状溝の内部を埋め込むように、基板とは反対側の端面が最も大きな幅をなす第 1 のコイルを形成する。さらに第 1 のコイルをマスクとして絶縁層を選択的にエッチングするようにしたので、第 1 のコイルの側面を覆う絶縁壁が形成される。

#### 【 0 0 2 0 】

本発明に係る第 2 の観点の薄膜コイルの形成方法では、基板から遠ざかるに従って、しだいに幅が大きくなるように螺旋状溝を形成するようにしてもよい。また、めっき成長、スパッタリング法または化学的气相成長法のいずれかにより、第 1 および第 2 のコイルを形成するようにしてもよい。

#### 【 0 0 2 1 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

#### 【 0 0 2 2 】

##### [第 1 の実施の形態]

まず、図 1 および図 2 を参照して、本発明の第 1 の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドを搭載した磁気記録装置の構成について説明する。この薄膜磁気ヘッドは、本発明の第 1 の実施の形態に係る薄膜コイルを備えたものであるので、以下、併せて説明する。図 1 は、磁気記録装置の内部構成を表す斜視図であり、図 2 は、磁気記録装置の要部であるヘッドスライダの外観を拡大して示した斜視図である。

#### 【 0 0 2 3 】

この磁気記録装置は、図 1 に示したように、例えば、筐体 1 の内部に情報が記録されることとなる記録媒体としての複数の磁気ディスク 2 と、各磁気ディスク 2 に対応して配設され、先端にヘッドスライダ 3 が取り付けられた複数のアーム 4 とを備えている。磁気ディスク 2 は、筐体 1 に固定されたスピンドルモータ 5

を中心として回転可能となっている。アーム 4 は、動力源としての駆動部 6 に接続されており、筐体 1 に固定された固定軸 7 を中心として、ベアリング 8 を介して旋回可能となっている。なお、図 1 では、例えば、固定軸 7 を中心として複数のアーム 4 が一体として旋回するモデルを示している。

#### 【0024】

ヘッドスライダ 3 は、図 2 に示したように、アーム 4 の旋回時における空気抵抗を減少させるために凹凸構造が形成されたほぼ直方体状の基体 11 と、この基体 11 のうち、磁気ディスク 2 に対向する記録媒体対向面 30（以下、エアベアリング面 30 という。）と直交する一側面（図 2 における手前側の面）に配設された垂直記録方式の薄膜磁気ヘッド 10 とを有している。なお、図 2 では、エンベアリング面 30 側の凹凸構造を視認できるようにするため、図 1 に示した状態とは上下を反転させた状態を示している。

#### 【0025】

次に、図 3 ないし図 5 を参照して、薄膜磁気ヘッド 10 の構成について説明する。図 3 は薄膜磁気ヘッド 10 の断面構成を表しており、(A) はエアベアリング面 30 に平行な断面構成を示し、(B) はエアベアリング面 30 に垂直な断面構成を示している。図 4 は、図 3 の一部構成を拡大して示した部分拡大断面図である。さらに、図 5 は図 3 に示した薄膜磁気ヘッド 10 を V 矢視方向から眺めた平面構成を表す。なお、図 3 の断面構成は、図 5 に示した III-III 切断線の矢視方向に対応している。また、図 3 に示した上向きの矢印 M は、薄膜磁気ヘッド 10 に対して磁気ディスク 2（図 3 では示さず）が相対的に進行する方向、すなわち磁気ディスク 2 の進行方向（媒体進行方向）を示している。

#### 【0026】

以下の説明では、図 3 ないし図 5 における X 軸方向の距離を「幅」、Y 軸方向の距離を「長さ」、Z 軸方向の距離を「厚さまたは高さ」と表記する。また、Y 軸方向のうちのエアベアリング面 30 に近い側を「前側または前方」、その反対側を「後側または後方」と表記するものとする。ただし、薄膜コイルについては、巻回する中心軸からの半径方向の長さを「幅」と表記する。

#### 【0027】

この薄膜磁気ヘッド10は、例えば、記録・再生の双方の機能を実行可能な複合型ヘッドであり、図3に示したように、例えばアルティック（ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ ）などのセラミック材料により構成された基体11上に、例えば酸化アルミニウム（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）などの非磁性絶縁材料により構成された絶縁層12と、磁気抵抗効果（MR；Magneto-resistive）を利用して再生処理を実行する再生ヘッド部10Aと、例えば $\text{Al}_2\text{O}_3$ などの非磁性絶縁材料により構成された分離層17と、垂直記録方式の記録処理を実行する単磁極型の記録ヘッド部10Bと、例えば $\text{Al}_2\text{O}_3$ などの非磁性絶縁材料により構成されたオーバーコート層28とがこの順に積層された構成を有している。

#### 【0028】

再生ヘッド部10Aは、例えば、下部シールド層13と、シールドギャップ膜14と、上部シールド層15とがこの順に積層された構成を有している。シールドギャップ膜14には、エアベアリング面30に一端面が露出するように、再生素子としてのMR素子16が埋設されている。

#### 【0029】

下部シールド層13および上部シールド層15は、例えば、いずれもニッケル鉄合金（ $\text{NiFe}$ （例えば $\text{Ni}$ ：80重量%， $\text{Fe}$ ：20重量%）；以下、単に「パーマロイ（商品名）」という。）などの磁性材料により構成されており、それらの厚さは約 $1.0\mu\text{m} \sim 2.0\mu\text{m}$ である。シールドギャップ膜14は、MR素子16を周囲から電氣的に分離するものであり、例えば $\text{Al}_2\text{O}_3$ などの非磁性絶縁材料により構成されている。MR素子16は、例えば、巨大磁気抵抗効果（GMR；Giant Magneto-resistive）またはトンネル磁気抵抗効果（TMR；Tunneling Magneto-resistive）などを利用して再生処理を実行するものである。

#### 【0030】

記録ヘッド部10Bは、例えば、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ などの絶縁層19，21により周囲を埋設された磁極層29と、開口（バックギャップ23BG）を有するギャップ層23と、絶縁層26によって埋設された磁束発生用の薄膜コイル24と、リターンヨーク層27とがこの順に積層された構成を有している。したがって、薄膜



コイル 24 は、2つの磁性層である磁極層 29 およびリターンヨーク層 27 の間に配設されている。

### 【0031】

薄膜コイル 24 は、基板としてのギャップ層 23 の上に形成され、このギャップ層 23 の面内方向と直交する軸を中心として面内方向に沿って巻回し、ギャップ層 23 とは反対側の端面である上面 24AU が最も大きな幅をなす第 1 コイル 24A と、この第 1 コイル 24A の巻線間領域 51 に設けられた第 2 コイル 24B と、第 1 コイル 24A と第 2 コイル 24B とを隔てる絶縁壁 24Z とを備えるものである。第 1 および第 2 コイル 24A, 24B は、例えば銅 (Cu) などの高導電性材料を用いて、めっき成長あるいはスパッタリング法によって形成されたものであり、両端部が図示しない電極に接続されて書込動作時に電流が流れることにより磁束が生じるようになっている。

### 【0032】

図 4 に示したように、第 1 コイル 24A は、ギャップ層 23 から遠ざかるに従って、しだいにその幅が大きくなるように構成されている。すなわち、側面 24AS は巻線間領域 51 側に傾くようにオーバーハングしており、上面 24AU をギャップ層 23 の面内方向と直交する方向 (Z 方向) から投影した場合に陰になる領域 (上面 24AU の幅方向のエッジ部分からギャップ層 23 へ下ろした垂線と、側面 24AS とによって挟まれた領域) であるオーバーハング領域 51A が形成されている。側面 24AS を覆い、オーバーハング領域 51A を埋めるように絶縁壁 24Z が形成されるので、結果的に、絶縁壁 24Z はギャップ層 23 から遠ざかるに従って、しだいにその幅が小さくなる (薄くなる) ように構成される。このように、第 1 コイル 24A は両側面 24AS が巻線間領域 51 側にオーバーハングした逆台形形状をなし、一方で、第 2 コイル 24B は例えば矩形形状をなしている。ここで、第 1 コイル 24A の断面積と第 2 コイル 24B の断面積とは等しいことが望ましい。こうすることで、互いの断面積が異なる場合に比べ、より小さな断面領域に形成しつつ、より低抵抗を実現できるからである。さらに、絶縁壁 24Z は、より容易に側面 24AS を覆うことができるようにするため、例えば、流動性を示す有機物を硬化させたものであることが好ましい。ある

いは、スピノングラス (SOG) を用いて形成したものでもよい。なお、図 4 に示したように、第 1 および第 2 コイル 24A, 24B ならびに絶縁壁 24Z の上面 (ギャップ層 23 とは反対側の面) の高さが同一面内に含まれる (均一な厚みとなる) ように構成することが望ましい。そうすることで、記録ヘッド 10B の厚みをより薄くすることができるからである。但し、必ずしもそのように構成されていなくともよい。

### 【0033】

磁極層 29 は、薄膜コイル 24 において発生した磁束を收容し、その磁束を磁気ディスク 2 に向けて放出するものであり、例えば、主要な磁束の放出部分として機能する主磁極層 22 と、この主磁極層 22 の磁気ボリューム (磁束収容量) を確保するための補助的な磁束の收容部分として機能する補助磁極層 18 とが積層された 2 段構成をなしている。主磁極層 22 は、エアベアリング面 30 からこの面と離れる方向に延在しており、このエアベアリング面 30 から記録トラック幅を規定する一定幅  $W_1$  をもって延在する先端部 22A と、この先端部 22A の後方に連結され、先端部 22A の幅  $W_1$  よりも大きな幅  $W_2$  ( $W_2 > W_1$ ) を有する後端部 22B とを含んで構成されている。先端部 22A の幅  $W_1$  は、例えば約  $0.2 \mu\text{m}$  以下である。後端部 22B の幅は、例えば、後方において一定幅  $W_2$  を有し、かつ前方において先端部 22A に近づくにしたがって漸次縮小するようになっている。この主磁極層 22 の幅が先端部 24A から後端部 24B へ広がる位置は、薄膜磁気ヘッド 10 の記録性能を決定する重要な因子のうちの 1 つである「フレアポイント FP」である。この主磁極層 22 は、例えば、 $2.4 \text{ T}$  (テスラ) の飽和磁束密度を有する磁性材料、具体的には鉄コバルト合金 (FeCo) 系や鉄コバルトニッケル合金 (FeCoNi) 系の磁性材料により構成されており、その厚さは約  $0.2 \mu\text{m} \sim 0.3 \mu\text{m}$  である。

### 【0034】

補助磁極層 18 は、例えば、主磁極層 22 のリーディング側 (媒体流入側) に、エアベアリング面 30 から後退した位置からこの位置と離れる方向に延在しており、主磁極層 22 と連結されている。この補助磁極層 18 は、例えば、主磁極層 22 と同様の磁性材料により構成されており、矩形状の平面形状を有している

。なお、本発明で言うところの「連結」とは、単に接触しているだけでなく、接触した上で磁氣的導通が可能な状態にあることを意味している。「リーディング側（媒体流入側）」の意味については、以下でリターンヨーク層 27 の構成を説明する際に詳述する。

#### 【0035】

ギャップ層 23 は、エアベアリング面 30 近傍において主磁極層 22 とリターンヨーク層 27 との間に磁氣的なギャップを設けるためのものである。このギャップ層 23 は、例えば、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  などの非磁性絶縁材料により構成されており、その厚みは約  $0.2\ \mu\text{m}$  以下である。

#### 【0036】

絶縁層 26 は、薄膜コイル 22 を周囲から電氣的に分離するためのものである。絶縁層 26 は、例えば、加熱されることにより流動性を示すフォトレジスト（感光性樹脂）や SOG などにより構成されており、その表面が丸みを帯びた斜面を有している。この絶縁層 26 の最前端の位置は、薄膜磁気ヘッド 10 の記録性能を決定する重要な因子のうちの 1 つである「スロートハイトゼロ位置 TP」である。このスロートハイトゼロ位置 TP とエアベアリング面 30 との間の距離は「スロートハイト TH ( $\mu\text{m}$ )」であり、約  $0.3\ \mu\text{m}$  以下である。また、絶縁層 26 の前方部分の傾斜角度に基づいて決定されるエイベックスアングル  $\theta$  は、約  $40^\circ \sim 60^\circ$  である。

#### 【0037】

リターンヨーク層 27 は、主磁極層 22 から放出されて磁気ディスク 2 を磁化した磁束を環流させるためのものである。リターンヨーク層 27 は、主磁極層 22 のトレーリング側（媒体流出側）に、エアベアリング面 30 に近い側においてギャップ層 23 を介して主磁極層 22 と対向すると共にエアベアリング面 30 から遠い側のバックギャップ 23 BG において主磁極層 22 と連結されるように配設されている。このリターンヨーク層 27 は、例えば、エアベアリング面 30 からバックギャップ 23 BG まで延在する連続構造を有し、かつ矩形状の平面形状を有しており、パーマロイや鉄コバルトニッケル合金 ( $\text{FeCoNi}$ ) などの磁性材料により構成されている。

**【0038】**

上記した「トレーリング側（媒体流出側）」とは、媒体進行方向M（図3参照）に向かって進行する磁気ディスク2の移動状態を1つの流れと見た場合に、その流れの流出する側をいい、ここでは厚み方向（Z軸方向）における上側をいう。これに対して、「リーディング側（媒体流入側）」とは、流れの流入する側をいい、ここでは厚み方向における下側をいう。

**【0039】**

次に、図3ないし図5を参照して、薄膜磁気ヘッド10の動作について説明する。

**【0040】**

この薄膜磁気ヘッド10では、情報の記録時において、図示しない外部回路を通じて記録ヘッド部10Bの薄膜コイル24に電流が流れると、その薄膜コイル24において磁束が発生する。このとき発生した磁束は、磁極層29を構成する補助磁極層18および主磁極層22に収容されたのち、主に主磁極層22内を後端部22Bから先端部22Aに流れる。この際、主磁極層22内を流れる磁束は、その主磁極層22の幅の減少（ $W2 \rightarrow W1$ ）に伴い、フレアポイントFPにおいて絞り込まれて集束するため、先端部22Aのうちのトレーリング側部分に磁束が集中する。この磁束が先端部22Aから外部に放出されると、磁気ディスク2の表面と直交する方向に記録磁界が発生し、この記録磁界により磁気ディスク2が垂直方向に磁化されるため、磁気ディスク2に磁氣的に情報が記録される。なお、磁気ディスク2を磁化した磁束は、リターンヨーク層27に環流される。

**【0041】**

一方、再生時においては、再生ヘッド部10AのMR素子16にセンス電流が流れると、磁気ディスク2からの再生用の信号磁界に応じてMR素子16の抵抗値が変化する。そして、この抵抗変化がセンス電流の変化として検出されるため、磁気ディスク2に記録されている情報が磁氣的に読み出される。

**【0042】**

次に、図3～図5に示した薄膜磁気ヘッドを製造する方法について説明する。

**【0043】**

以下では、まず、図3～図5を参照して薄膜磁気ヘッド全体の製造工程の概略について説明したのち、図6～図12を参照して、薄膜磁気ヘッド10の主要部（ここでは、薄膜コイル24）の形成工程について詳細に説明する。図6～図12は薄膜コイル24の製造工程を説明するためのものである。なお、薄膜磁気ヘッド10の一連の構成要素の材質、寸法および構造的特徴等については既に詳述したので、その説明を随時省略するものとする。

#### 【0044】

この薄膜磁気ヘッド10は、主に、めっき処理やスパッタリングなどの成膜技術、フォトリソグラフィ技術などのパターニング技術、ならびにドライエッチングなどのエッチング技術等を含む既存の薄膜プロセスを利用して、各構成要素を順次形成して積層させることにより製造される。すなわち、まず、基体11上に絶縁層12を形成したのち、この絶縁層12上に、下部シールド層13と、MR素子16を埋設したシールドギャップ膜14と、上部シールド層15とをこの順に積層させることにより、再生ヘッド部10Aを形成する。続いて、再生ヘッド部10A上に分離層17を形成したのち、この分離層17上に、絶縁層19、21により周囲を埋設された磁極層29（補助磁極層18，主磁極層22）と、バックギャップ23BGを有するギャップ層23と、薄膜コイル24を埋設した絶縁層26と、リターンヨーク層27とをこの順に積層させることにより、記録ヘッド部10Bを形成する。最後に、記録ヘッド部10B上にオーバーコート層28を形成したのち、機械加工や研磨加工を利用してエアベアリング面30を形成することにより、薄膜磁気ヘッドが完成する。

#### 【0045】

記録ヘッド部10Bを形成する際には、分離層17を形成したのち、まず、分離層17上に、例えばめっき処理を使用して、後工程においてエアベアリング面30となる位置（図3参照）から後退するように補助磁極層18を選択的に形成する。続いて、例えばスパッタリングを使用して、補助磁極層18およびその周辺の分離層17を覆うように、 $Al_2O_3$ よりなる前駆絶縁層を形成し、例えばCMP（Chemical Mechanical Polishing）法を使用して、少なくとも補助磁極層18が露出するまで前駆絶縁層を研磨して平坦化することにより、補助磁極層1

8の周囲を埋め込むように絶縁層19を形成する。続いて、補助磁極層18と絶縁層19とにより構成された平坦面上に、例えばめっき処理やスパッタリングを使用して、鉄コバルト合金(FeCo)系または鉄コバルトニッケル合金(FeCoNi)系の磁性材料よりなる磁性層(図示せず)を形成したのち、フォトリソグラフィ技術やエッチング技術を使用してこの磁性層をパターンニングすることにより、主磁極層22を選択的に形成する。この主磁極層22を形成する際には、前方から順に先端部22Aと後端部22Bとを含むようにし、特に、最終的にネックハイトNHが約 $0.3\mu\text{m}$ 以下となるように形成位置を調整する。これにより、補助磁極層18と主磁極層22との2段構成を有する磁極層29が形成される。

#### 【0046】

続いて、例えばスパッタリングを使用して、主磁極層22およびその周辺の絶縁層19を覆うように、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ よりなる前駆絶縁層を形成し、例えばCMP法を使用して、少なくとも主磁極層22が露出するまで前駆絶縁層を研磨して平坦化することにより、主磁極層22の周囲を埋め込むように絶縁層21を形成する。続いて、主磁極層22と絶縁層21とにより構成された平坦面上に、例えばスパッタリングを使用して、約 $0.2\mu\text{m}$ 以下の厚みとなるようにギャップ層23を形成する。このギャップ層23を形成する際には、バックギャップ23BGを覆わないようにする。

#### 【0047】

次に、薄膜コイル24を形成する。この薄膜コイル24の形成工程については後に詳述する。薄膜コイル24を形成したのち、薄膜コイル24およびその周辺のギャップ層23を覆うように、フォトレジスト膜(図示せず)を選択的に形成する。続いて、このフォトレジスト膜を焼成することにより、絶縁層26を形成する。この焼成によりフォトレジスト膜が流動するため、丸みを帯びた斜面を有するように絶縁層26が形成される。この絶縁層26を形成する際には、最終的にスロートハイトTHが約 $0.3\mu\text{m}$ 以下となるように形成位置を調整する。最後に、例えばめっき処理やスパッタリングを使用して、絶縁層26およびその周辺を覆うように、パーマロイや鉄コバルトニッケル合金(FeCoNi)よりな

るリターンヨーク層 27 を選択的に形成する。このリターンヨーク層 27 を形成する際には、前方においてギャップ層 23 を介して磁極層 29 と対向すると共に後方においてバックギャップ 23 BG を通じて磁極層 29 と連結されるようにする。以上により、記録ヘッド部 10 B の形成が完了する。

#### 【0048】

次に、薄膜コイル 24 の形成工程について説明する。この工程は、基板としてのギャップ層 23 上に、このギャップ層 23 の面内方向と直交する軸を中心として面内方向に沿って巻回すると共に、ギャップ層 23 とは反対側の端面である上面 24 AU が最も大きい幅をなす螺旋状の第 1 コイル 24 A を形成する工程と、第 1 コイル 24 A の巻線間領域 51 を埋め込むように絶縁層 24 ZL を形成する工程と、第 1 コイル 24 A をマスクとして用い、第 1 コイル 24 A の側面 24 AS が前記絶縁層の一部からなる絶縁壁 24 Z によって覆われるように、絶縁層 24 ZL を選択的にエッチングする工程と、絶縁壁 24 Z によって側面 24 AS が覆われた巻線間領域 51 の内部を埋め込むように第 2 コイル 24 B を形成する工程とを含んでいる。以下、図 6 ないし図 12 を参照して、詳細に説明する。各図 (A) は平面図を表し、各図 (B) はそれぞれの平面図に対応する部分拡大断面図である。例えば、図 6 (B) は、図 6 (A) に示した VI (B) - VI (B) 切断線における矢視方向の断面図である。なお、簡略化のため、薄膜コイル 24 の形成に直接関わらない構成要素については主磁極層 22 およびギャップ層 23 を除き、図示しないこととする。

#### 【0049】

まず、図 6 に示したように、めっき下地層（図示せず）で覆われたギャップ層 23 上に、フォトリソグラフィ法などにより螺旋状パターン 41 を有するレジスト層 41 L を選択的に形成する。この際、螺旋状パターン 41 の断面形状は、ギャップ層 23 とは反対側の端面である上面 41 U が面内方向に最も小さい幅をなすようにする（図 6 (B) 参照）。特に、ギャップ層 23 から遠ざかるに従って、面内方向の幅がしだいに小さくなるようにすることが望ましい。レジスト層 41 L の形成されていない領域を螺旋状パターン 41 の螺旋状溝 42 とする。次いで、図 7 に示したように、例えば、めっき下地層を利用し、銅などを用いてめっ

き処理を施し、螺旋状溝 4 2 を埋め込むように第 1 コイルパターン 2 4 P A を形成する。

#### 【0050】

さらに、図 8 に示したように、レジスト層 4 1 L を除去したのち、これにより露出しためっき下地層（図示せず）をイオンミリング等によって除去することにより、上面 2 4 A U が最も大きな幅をなす第 1 コイル 2 4 A と、この第 1 コイル 2 4 A における巻線体の隙間領域である巻線間領域 5 1 とが形成される。先の工程において、螺旋状パターン 4 1 の面内方向の幅がギャップ層 2 3 から遠ざかるに従ってしだいに小さくなるようにレジスト層 4 1 L を形成した場合には、第 1 コイル 2 4 における厚み方向の断面が逆台形形状となり、オーバーハング領域 5 1 A が形成される（図 8（B）参照）。こののち、図 9 に示したように、巻線間領域 5 1 を埋め込むように絶縁層 2 4 Z L を形成する。この際、第 1 コイル 2 4 A の厚み（巻線間領域 5 1 の深さ）以上の厚みとなるように絶縁層 2 4 Z L を形成することが好ましい。こうすることにより、第 1 コイル 2 4 A の側面 2 4 A S を完全に絶縁層 2 4 Z L によって覆うことができるからである。より具体的には、例えば、加熱することにより流動性を示すレジストなどを全面に亘って塗布し、ベーキング処理を施して収縮させることにより各側面 2 4 A S が十分にレジストに覆われるようにする。あるいは、スピノングラス（SOG）を用いて絶縁層 Z L を形成するようにしてもよい。

#### 【0051】

第 1 コイル 2 4 A を形成したのち、図 10 に示したように、第 1 コイル 2 4 A をマスクとして用い、反応性イオンエッチング（RIE）等により、絶縁層 2 4 Z L を選択的にエッチングする。こうすることにより、絶縁層 2 4 Z L の一部が上面 2 4 A U の陰となるオーバーハング領域 5 1 A に残留するので、側面 2 4 A S を覆う絶縁壁 2 4 Z が形成されると共に、ギャップ層 2 3 が露出し、内部領域 5 2 が形成される。図 10 では、ギャップ層 2 3 の面内に直交する方向にエッチングするようにしたが、エッチング角度はこれに限定されず、所望の角度を選択することができる。

#### 【0052】



絶縁層 24 Z L を選択的にエッチングしたのち、図 11 に示したように、内部領域 52 を残すように、選択的にレジストパターン 43 を形成する。こののち、図 12 に示したように、レジストパターン 43 によって保護されていない内部領域 52 の内部を埋め込むように第 2 コイル 24 B を形成する。この場合、特に、第 2 コイル 24 B の厚みが第 1 コイル 24 A の厚みよりも薄くなるように形成することにより、第 1 コイル 24 A と第 2 コイル 24 B との互いの側面における絶縁性をより確実に確保することができる。最後に、図 13 に示したように、CMP 法などを用いて、少なくとも第 1 コイル 24 A が露出するまで全面に亘って研磨し、第 1 コイル 24 A と第 2 コイル 24 B とを絶縁壁 24 Z によって分離する。ここでは、さらに CMP 法などにより平坦化をおこない、第 1 コイル 24 A と第 2 コイル 24 B との厚みを一定化する。このように平坦化することにより、その上に他の層を形成する際に容易かつ高精度に行うことが可能となる。こののち、第 1 コイル 24 A の一端部 P1E と第 2 コイル 24 B の一端部 P2S とを連結することにより、第 1 コイル 24 A と第 2 コイル 24 B とが一体となった連続体としての薄膜コイル 24 が完成する。なお、薄膜コイル 24 の両端部 P1S, P2E は、図示しない駆動回路に接続される。

### 【0053】

以上のように、本実施の形態によれば、ギャップ層 23 とは反対側の端面である上面 24 AU が最も大きい幅をなす螺旋状の第 1 コイル 24 A を形成し、その巻線間領域 51 を埋め込むように、あらかじめ絶縁層 24 Z L を形成したのち、第 1 コイル 24 A をマスクとして絶縁層 24 Z L を選択的にエッチングするようになったので、第 1 コイルの周囲にスパッタリング等で絶縁膜を付着させる従来の方法に比べ、第 1 コイルにおける表面性のばらつきや側面の傾斜角度の不均一性などの不確定要素の影響を受けることが少なく、第 1 コイル 24 A の側面 24 AS を覆う絶縁壁 24 Z を容易に形成することができる。このため、第 1 コイル 24 A の巻線体と第 2 コイル 24 B との巻線体との電氣的絶縁性を確保しつつ、より狭い空間に形成することが可能となる。特に、流動性を示すレジストや SOG を用いて絶縁壁を形成するようにしたので、より容易に第 1 コイル 24 A の巻線体と第 2 コイル 24 B の巻線体との電氣的絶縁を図ることができる。よって、さ

らなる高記録密度化に対応しつつ、安定した記録特性を確保することが可能となる。

#### 【0 0 5 4】

##### [第 2 の実施の形態]

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。本実施の形態に係る薄膜コイルおよび薄膜磁気ヘッドは、図 1 ないし図 5 に示した上記第 1 の実施の形態の薄膜コイルおよび薄膜磁気ヘッドと同様の構造をなし、その形成方法（製造方法）のみ異なるものである。従って、以下では、本実施の形態に係る薄膜コイルの形成方法についてのみ説明することとする。

#### 【0 0 5 5】

本実施の形態の薄膜コイルは、上記第 1 の実施の形態とは異なり、いわゆるダマシン法を用いて形成される。以下、図 1 4 ～図 2 1 を参照して、その形成方法について詳細に説明する。

#### 【0 0 5 6】

まず、図 1 4 に示したように、基板としてのギャップ層 2 3 の上に、全面に亘って  $\text{Al}_2\text{O}_3$  などからなる絶縁層 2 4 Z L を形成する。次に、ギャップ層 2 3 の面内方向と直交する軸を中心として面内方向に巻回する螺旋状のレジストパターン 4 4 を選択的に形成する。続いて、このレジストパターンをマスクとして用い、絶縁層 2 4 Z L を選択的にエッチングする。これにより、図 1 5 に示したように、ギャップ層 2 3 とは反対側の開放端 5 3 K が最も大きな幅をなす螺旋状溝 5 3 が形成される。この場合、特に、ギャップ層 2 3 から遠ざかるに従って、螺旋状溝 5 3 における面内方向の幅がしだいに大きくなるようにすることが望ましい（図 1 5 （B）参照）。すなわち、底部 5 3 B の幅を最小幅とし、開放端 5 3 K に向かうに従ってしだいに幅を拡げ、開放端 5 3 K において最大幅となるようにすることが望ましい。一方、絶縁層 2 4 Z L がエッチングされずに残った領域が巻線間領域 5 1 となる。

#### 【0 0 5 7】

螺旋状溝 5 3 を形成したのち、図 1 6 に示したように、レジストパターン 4 4 を除去し、さらに、例えばスパッタリングを利用して、少なくとも螺旋状溝 5 3

の内部を埋め込むように全面に亘って導電膜 124A を形成する。ここでは、化学的気相成長法など他の真空成膜法やめっき成長を利用して導電膜 124A を形成するようにしてもよい。続いて、図 17 に示したように、例えば CMP 法を用いて平坦化処理を施すことにより、絶縁層 ZL に埋設された第 1 コイル 24A の上面 24AU を含む平坦面を形成する。ここで、第 1 コイル 24A は、ギャップ層 23 とは反対側の上面 24AU が最大幅をなしている。ここで、ギャップ層 23 から遠ざかるに従って、螺旋状溝 53 における面内方向の幅がしだいに大きくなるようにすると、第 1 コイル 24A における厚み方向の断面が逆台形形状となる。

#### 【0058】

第 1 コイル 24A を形成したのち、図 18 に示したように、第 1 コイル 24A をマスクとして用い、RIE 等により、絶縁層 24ZL を選択的にエッチングする。こうすることにより、絶縁層 24ZL の一部が上面 24AU の陰となるオーバーハング領域 51A に残留するので、側面 24AS を覆う絶縁壁 24Z が形成されると共に、ギャップ層 23 が露出し、内部領域 52 が形成される。図 18 では、ギャップ層 23 の面内に直交する方向にエッチングするようにしたが、エッチング角度はこれに限定されず、所望の角度を選択することができる。

#### 【0059】

絶縁層 24ZL を選択的にエッチングしたのち、少なくとも内部領域 52 を残すように、選択的にレジストパターン（図示せず）を形成する。次いで、図 19 に示したように、側面 24AS が絶縁壁 24Z で覆われた巻線間領域 51 の内部、すなわち、内部領域 52 を少なくとも埋め込むように、全面に亘って導電膜 124B を形成する。最後に、図 20 に示したように、CMP 法などを用いて、少なくとも第 1 コイル 24A が露出するまで全面に亘って研磨および平坦化を行うことにより、絶縁壁 24Z によって分離されると共に一定の厚みを有する第 1 コイル 24A と第 2 コイル 24B とを形成する。こののち、第 1 コイル 24A の一端部 P1E と第 2 コイル 24B の一端部 P2S とを連結することにより、第 1 コイル 24A と第 2 コイル 24B とが一体となった連続体としての薄膜コイル 24 が完成する。なお、薄膜コイル 24 の両端部 P1S、P2E は、図示しない駆動

回路に接続される。

#### 【0 0 6 0】

以上、本実施の形態によれば、ダマシン法を用いて、あらかじめ、絶縁層 2 4 Z L にギャップ層 2 3 とは反対側の開放端 5 3 K が最大幅をなす螺旋状溝 5 3 を形成したのち、この螺旋状溝 5 3 の内部を埋め込むように、上面 2 4 A U が最大幅をなす第 1 コイル 2 4 A を形成し、さらに第 1 コイル 2 4 A をマスクとして絶縁層 2 4 Z L を選択的にエッチングするようにしたので、第 1 コイルの周囲にスパッタリング等で絶縁膜を付着させる従来の方法に比べて、第 1 コイルにおける表面性のばらつきや側面の傾斜角度の不均一性などの不確定要素の影響を受けにくく、第 1 コイル 2 4 A の側面 2 4 A S を覆う絶縁壁 2 4 Z を容易かつ確実に形成することができる。このため、第 1 コイル 2 4 A の巻線体と第 2 コイル 2 4 B との巻線体との電氣的絶縁性を十分に確保しつつ、より狭い空間に形成することが可能となる。よって、さらなる高記録密度化に対応しつつ、安定した記録特性を確保することが可能となる。

#### 【0 0 6 1】

##### [第 3 の実施の形態]

次に、本発明の第 3 の実施の形態について説明する。本実施の形態に係る薄膜コイルおよび薄膜磁気ヘッドは、図 1 ないし図 5 に示した上記第 1 の実施の形態の薄膜コイルおよび薄膜磁気ヘッドと同様の構造をなし、その形成方法（製造方法）のみ異なるものである。従って、以下では、本実施の形態に係る薄膜コイルの形成方法についてのみ説明することとする。

#### 【0 0 6 2】

本実施の形態の薄膜コイルは、上記第 1 の実施の形態において説明した、主に、フォトリソグラフィを用いた方法により第 1 のコイルが形成されると共に、上記第 2 の実施の形態において説明したダマシン法により第 2 のコイルが形成される。以下、図 6 ～図 1 0，図 1 9 および図 2 0 を参照して、本実施の形態における薄膜コイルの形成方法について順に説明する。

#### 【0 0 6 3】

まず、図 6 に示したように、めっき下地層（図示せず）で覆われたギャップ層

23 上に、フォトリソグラフィ法などにより螺旋状パターン 41 を有するレジスト層 41L を選択的に形成する。この際、螺旋状パターン 41 の形状は、ギャップ層 23 とは反対側の端面である上面 41U が面内方向に最も小さい幅をなすようにする。特に、ギャップ層 23 から遠ざかるに従って、面内方向の幅がしだいに小さくなるようにすることが望ましい。レジスト層 41L の形成されていない領域を螺旋状パターン 41 の螺旋状溝 42 とする。次いで、図 7 に示したように、例えば、めっき下地層を利用し、銅などを用いてめっき処理を施し、螺旋状溝 42 を埋め込むように第 1 コイルパターン 24PA を形成する。

#### 【0064】

さらに、図 8 に示したように、レジスト層 41L を除去したのち、これにより露出しためっき下地層（図示せず）をイオンミリング等によって除去することにより、上面 24AU が最も大きな幅をなす第 1 コイル 24A と、この第 1 コイル 24A における巻線体の隙間領域である巻線間領域 51 とが形成される。先の工程において、螺旋状パターン 41 の面内方向の幅がギャップ層 23 から遠ざかるに従ってしだいに小さくなるようにレジスト層 41L を形成した場合には、第 1 コイル 24 における厚み方向の断面が逆台形形状となり、オーバーハング領域 51A が形成される。こののち、図 9 に示したように、巻線間領域 51 を埋め込むように絶縁層 24ZL を形成する。この際、第 1 コイル 24A の厚み（巻線間領域 51 の深さ）以上の厚みとなるように絶縁層 24ZL を形成することが好ましい。こうすることにより、第 1 コイル 24A の側面 24AS を完全に絶縁層 24ZL によって覆うことができるからである。より具体的には、例えば、加熱することにより流動性を示すレジストなどを全面に亘って塗布し、ベーキング処理を施して収縮させることにより各側面 24AS が十分にレジストに覆われるようにする。あるいは、スピノングラス（SOG）を用いて絶縁層 ZL を形成するようにしてもよい。

#### 【0065】

第 1 コイル 24A を形成したのち、図 10 に示したように、第 1 コイル 24A をマスクとして用い、RIE 等により、絶縁層 24ZL を選択的にエッチングする。こうすることにより、絶縁層 24ZL の一部が上面 24AU の陰となるオー

バーハング領域 51A に残留するので、側面 24AS を覆う絶縁壁 24Z が形成されると共に、ギャップ層 23 が露出し、内部領域 52 が形成される。図 10 では、ギャップ層 23 の面内に直交する方向にエッチングするようにしたが、エッチング角度はこれに限定されず、所望の角度を選択することができる。

#### 【0066】

絶縁層 24ZL を選択的にエッチングしたのち、少なくとも内部領域 52 を残すように、選択的にレジストパターン（図示せず）を形成する。次いで、図 19 に示したように、側面 24AS が絶縁壁 24Z で覆われた巻線間領域 51 の内部、すなわち、内部領域 52 を少なくとも埋め込むように、全面に亘って導電膜 124B を形成する。最後に、図 20 に示したように、CMP 法などを用いて、少なくとも第 1 コイル 24A が露出するまで全面に亘って研磨および平坦化を行うことにより、絶縁壁 24Z によって分離されると共に一定の厚みを有する第 1 コイル 24A と第 2 コイル 24B とを形成する。こののち、第 1 コイル 24A の一端部 P1E と第 2 コイル 24B の一端部 P2S とを連結することにより、第 1 コイル 24A と第 2 コイル 24B とが一体となった連続体としての薄膜コイル 24 が完成する。なお、薄膜コイル 24 の両端部 P1S、P2E は、図示しない駆動回路に接続される。

#### 【0067】

以上、本実施の形態によれば、ギャップ層 23 とは反対側の端面である上面 24AU が最も大きい幅をなす螺旋状の第 1 コイル 24A を形成し、その巻線間領域 51 を埋め込むように、あらかじめ絶縁層 24ZL を形成したのち、第 1 コイル 24A をマスクとして絶縁層 24ZL を選択的にエッチングするようにしたので、第 1 コイルの周囲にスパッタリング等で絶縁膜を付着させる従来の方法に比べ、第 1 コイルにおける表面性のばらつきや側面の傾斜角度の不均一性などの不確定要素の影響を受けることが少なく、第 1 コイル 24A の側面 24AS を覆う絶縁壁 24Z を容易に形成することができる。このため、第 1 コイル 24A の巻線体と第 2 コイル 24B との巻線体との電氣的絶縁性を確保しつつ、より狭い空間に形成することが可能となる。特に、流動性を示すレジストや SOG を用いて絶縁壁を形成するようにしたので、より容易に第 1 コイル 24A の巻線体と第 2

コイル 24B の巻線体との電氣的絶縁を図ることができる。よって、さらなる高記録密度化に対応しつつ、安定した記録特性を確保することが可能となる。

#### 【0068】

##### [第4の実施の形態]

次に、本発明の第4の実施の形態について説明する。本実施の形態に係る薄膜コイルおよび薄膜磁気ヘッドは、図1ないし図5に示した上記第1の実施の形態の薄膜コイルおよび薄膜磁気ヘッドと同様の構造をなし、その形成方法（製造方法）のみ異なるものである。従って、以下では、本実施の形態に係る薄膜コイルの形成方法についてのみ説明することとする。

#### 【0069】

本実施の形態の薄膜コイルは、上記第2の実施の形態において説明したダマシン法により第1のコイルが形成されると共に、上記第1の実施の形態において説明した、主に、フォトリソグラフィを用いた方法により第2のコイルが形成される。以下、図14～図18および図11～図13を参照して、本実施の形態における薄膜コイルの形成方法について順に説明する。

#### 【0070】

まず、図14に示したように、基板としてのギャップ層 23 の上に、全面に亘って  $Al_2O_3$  などからなる絶縁層 24ZL を形成する。次に、ギャップ層 23 の面内方向と直交する軸を中心として面内方向に巻回する螺旋状のレジストパターン 44 を選択的に形成する。続いて、このレジストパターンをマスクとして用い、絶縁層 24ZL を選択的にエッチングする。これにより、図15に示したように、ギャップ層 23 とは反対側の開放端 53K が最も大きな幅をなす螺旋状溝 53 が形成される。この場合、特に、ギャップ層 23 から遠ざかるに従って、螺旋状溝 53 における面内方向の幅がしだいに大きくなるようにすることが望ましい。すなわち、底部 53B の幅を最小幅とし、開放端 53K に向かうに従ってしだいに幅を拡げ、開放端 53K において最大幅となるようにすることが望ましい。一方、絶縁層 24ZL がエッチングされずに残った領域が巻線間領域 51 となる。

#### 【0071】

螺旋状溝 53 を形成したのち、図 16 に示したように、レジストパターン 44 を除去し、さらに、例えばスパッタリングを利用して、少なくとも螺旋状溝 53 の内部を埋め込むように全面に亘って導電膜 124A を形成する。ここでは、化学的気相成長法など他の真空成膜法やめっき成長を利用して導電膜 124A を形成するようにしてもよい。続いて、図 17 に示したように、例えば CMP 法を用いて平坦化処理を施すことにより、絶縁層 ZL に埋設された第 1 コイル 24A の上面 24AU を含む平坦面を形成する。ここで、第 1 コイル 24A は、ギャップ層 23 とは反対側の上面 24AU が最大幅をなしている。ここで、ギャップ層 23 から遠ざかるに従って、螺旋状溝 53 における面内方向の幅がしだいに大きくなるようにすると、第 1 コイル 24A における厚み方向の断面が逆台形形状となる。

#### 【0072】

第 1 コイル 24A を形成したのち、図 18 に示したように、第 1 コイル 24A をマスクとして用い、RIE 等により、絶縁層 24ZL を選択的にエッチングする。こうすることにより、絶縁層 24ZL の一部が上面 24AU の陰となるオーバーハング領域 51A に残留するので、側面 24AS を覆う絶縁壁 24Z が形成されると共に、ギャップ層 23 が露出し、内部領域 52 が形成される。図 18 では、ギャップ層 23 の面内に直交する方向にエッチングするようにしたが、エッチング角度はこれに限定されず、所望の角度を選択することができる。

#### 【0073】

絶縁層 24ZL を選択的にエッチングしたのち、図 11 に示したように、内部領域 52 を残すように、選択的にレジストパターン 43 を形成する。こののち、図 12 に示したように、レジストパターン 43 によって保護されていない内部領域 52 の内部を埋め込むように第 2 コイル 24B を形成する。この場合、特に、第 2 コイル 24B の厚みが第 1 コイル 24A の厚みよりも薄くなるように形成することにより、第 1 コイル 24A と第 2 コイル 24B との互いの側面における絶縁性をより確実に確保することができる。最後に、図 13 に示したように、CMP 法などを用いて、少なくとも第 1 コイル 24A が露出するまで全面に亘って研磨し、第 1 コイル 24A と第 2 コイル 24B とを絶縁壁 24Z によって分離する



。ここでは、さらにCMP法などにより平坦化をおこない、第1コイル24Aと第2コイル24Bとの厚みが一定となるようにする。このように平坦化することにより、その上に他の層を形成する際に容易かつ高精度に行うことが可能となる。こののち、第1コイル24Aの一端部P1Eと第2コイル24Bの一端部P2Sとを連結することにより、第1コイル24Aと第2コイル24Bとが一体となった連続体としての薄膜コイル24が完成する。なお、薄膜コイル24の両端部P1S、P2Eは、図示しない駆動回路に接続される。

#### 【0074】

以上、本実施の形態によれば、ダマシン法を用いて、あらかじめ、絶縁層24ZLにギャップ層23とは反対側の開放端53Kが最大幅をなす螺旋状溝53を形成したのち、この螺旋状溝53の内部を埋め込むように、上面24AUが最大幅をなす第1コイル24Aを形成し、さらに第1コイル24Aをマスクとして絶縁層24ZLを選択的にエッチングするようにしたので、第1コイルの周囲にスパッタリング等で絶縁膜を付着させる従来の方法に比べて、第1コイルにおける表面性のばらつきや側面の傾斜角度の不均一性などの不確定要素の影響を受けにくく、第1コイル24Aの側面24ASを覆う絶縁壁24Zを容易に形成することができる。このため、第1コイル24Aの巻線体と第2コイル24Bとの巻線体との電氣的絶縁性を確保しつつ、より狭い空間に形成することが可能となる。よって、さらなる高記録密度化に対応しつつ、安定した記録特性を確保することが可能となる。

#### 【0075】

以上、いくつかの実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、種々の変形が可能である。具体的には、例えば、上記実施の形態では、本発明を複合型薄膜磁気ヘッドに適用する場合について説明したが、必ずしもこれに限られるものではなく、例えば、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録専用の薄膜磁気ヘッドや、記録・再生兼用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドにも適用可能である。もちろん、本発明を、書き込み用の素子および読み出し用の素子の積層順序を逆転させた構造の薄膜磁気ヘッドについても適用可能である。さらに、本発明の薄膜コイルは、薄膜磁気ヘッ

ドに適用する場合に限らず、薄膜インダクタ等の他の電子デバイスに適用することも可能である。

#### 【0076】

また、上記実施の形態では、図4に示したように、第1および第2のコイルと絶縁壁との上面（基板とは反対側の面）の高さが同一面内に含まれる（均一な厚みとなる）ようにしたが、図21（A）に示したように、第1コイル24Aの上面24AUと第2コイル24Bの上面24BUとの高さ位置が異なるようにしてもよい。この場合には、CMP法などによる研磨および平坦化を行う工程を省略することができる。さらに、上記実施の形態では、第1のコイルが、基板から遠ざかるに従って、しだいにその幅が大きくなるような逆台形形状をなすようにしたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図21（B）に示したように、基板表面に垂直な側面をなすT型形状であってもよい。なお、図21（A）、（B）では、絶縁層26など、薄膜磁気ヘッドを構成する他の部分については図示を省略している。

#### 【0077】

また、上記実施の形態では、第1および第2のコイルをめっき成長により形成するようにしたが、これに限定されず、スパッタリング法または化学的気相成長法などの真空成膜法により形成するようにしてもよい。

#### 【0078】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の薄膜コイルまたは薄膜磁気ヘッドによれば、第1のコイルが、基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなし、第1のコイルの側面がオーバーハングしており、このオーバーハングした領域を埋めるように絶縁壁を設けるようにした。これにより第1のコイルの側面を絶縁壁によって覆うことができ、第1のコイルの巻線体と第2コイルの巻線体との電氣的絶縁を確保しつつ、より高密度に構成することができる。この薄膜コイルを薄膜磁気ヘッドに適用した場合には、さらなる高記録密度化に対応しつつ、安定した記録特性を確保することが可能となる。

#### 【0079】

また、本発明の第1の観点における薄膜コイルの形成方法または薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、あらかじめ、基板とは反対側の端面が最も大きい幅をなす螺旋状の第1のコイルの巻線体間領域である螺旋状溝を埋め込むように絶縁層を形成したのち、第1のコイルをマスクとして絶縁層を選択的にエッチングするようにしたので、絶縁壁によって第1のコイルの側面を覆うことができる。このため、第1のコイルの巻線体と第2コイルの巻線体との電氣的絶縁を確保しつつ、より高密度に形成可能となる。従って、この薄膜コイルの形成方法を薄膜磁気ヘッドの製造方法に適用した場合には、さらなる高記録密度化に対応しつつ、安定した記録特性を確保することが可能となる。特に、流動性を示す有機物を用いて絶縁壁を形成するようにした場合、またはSOGを用いて絶縁壁を形成するようにした場合には、より容易に第1のコイルの巻線体と第2コイルの巻線体との電氣的絶縁を図ることができる。

#### 【0080】

また、本発明の第2の観点における薄膜コイルの形成方法または薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、あらかじめ、基板とは反対側の開放端が最も大きな幅をなす螺旋状絶縁溝を形成したのち、この螺旋状絶縁溝の内部を埋め込むように、基板とは反対側の端面が最も大きな幅をなす第1のコイルを形成し、さらに第1のコイルをマスクとして絶縁層を選択的にエッチングするようにしたので、絶縁壁によって第1のコイルの側面を覆うことができる。このため、第1のコイルの巻線体と第2コイルの巻線体との電氣的絶縁を確保しつつ、より高密度に形成可能となる。従って、第1の観点の場合と同様に、この薄膜コイルの形成方法を薄膜磁気ヘッドの製造方法に適用した場合には、さらなる高記録密度化に対応しつつ、安定した記録特性を確保することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の一実施の形態に係る磁気記録装置の内部構成を表す斜視図である。

##### 【図2】

図1に示した磁気記録装置におけるヘッドスライダの外観構成を表す斜視図である。

**【図 3】**

本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面構成を表す断面図である。

**【図 4】**

図 3 に示した薄膜磁気ヘッドの断面構成の一部を拡大して示した部分拡大断面図である。

**【図 5】**

図 3 に示した薄膜磁気ヘッドの平面構成を表す平面図である。

**【図 6】**

図 3 ～図 5 に示した薄膜磁気ヘッドを製造する工程における一工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 7】**

図 6 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 8】**

図 7 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 9】**

図 8 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 1 0】**

図 9 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 1 1】**

図 1 0 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 1 2】**

図 1 1 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 1 3】**

図 1 2 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 1 4】**

図 3 ～図 5 に示した薄膜磁気ヘッドを製造する工程における他の一工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 1 5】**

図 1 4 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 1 6】**

図 1 5 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 1 7】**

図 1 6 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 1 8】**

図 1 7 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 1 9】**

図 1 8 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 2 0】**

図 1 9 に続く工程を説明するための平面図および断面図である。

**【図 2 1】**

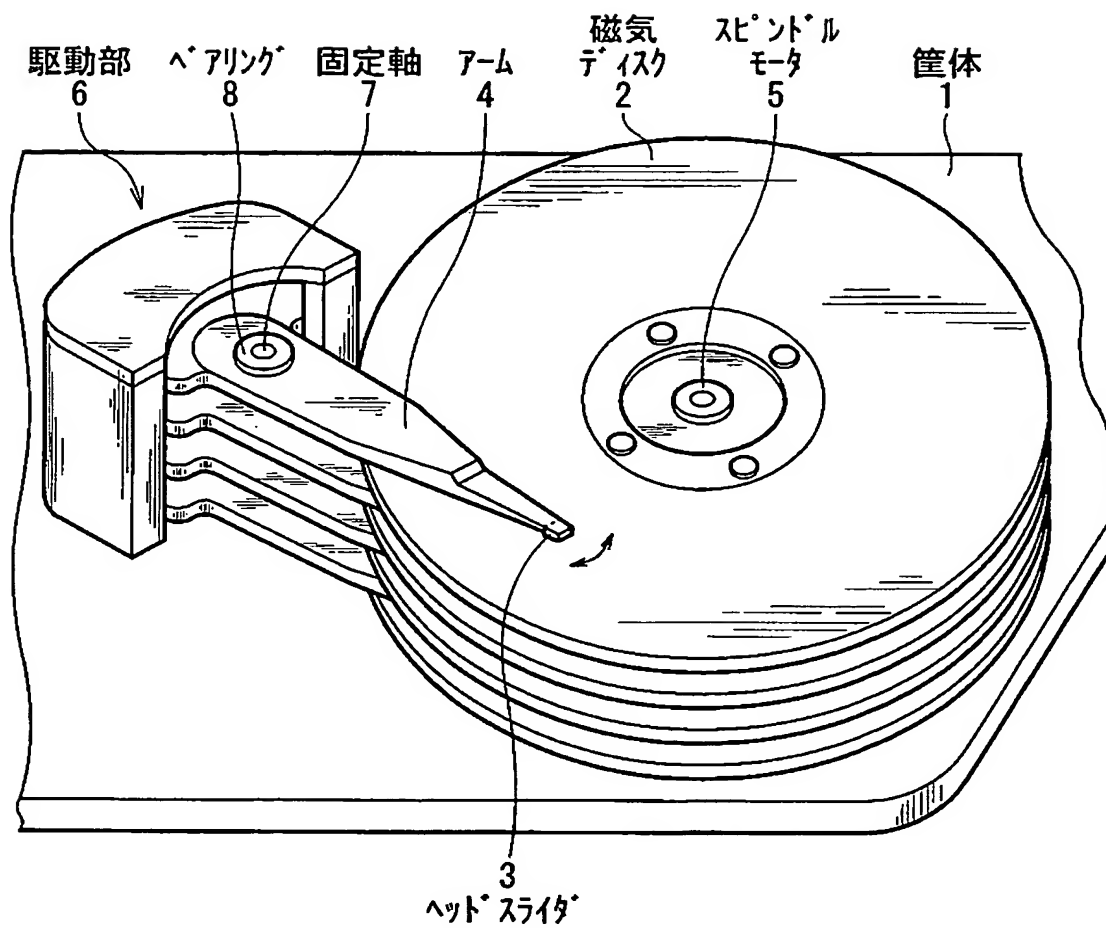
本発明の変形例としての薄膜磁気ヘッドにおける断面構成の一部を拡大して示した部分拡大断面図である。

**【符号の説明】**

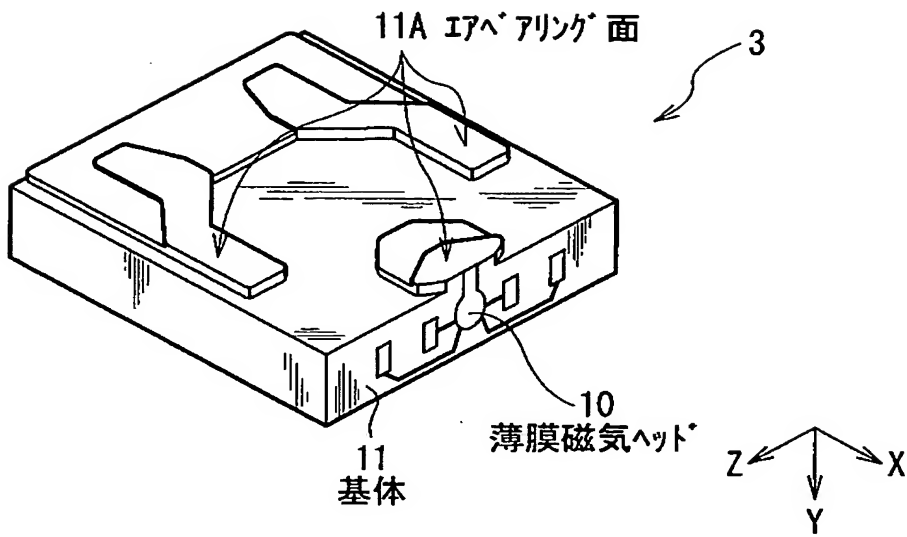
1…筐体、2…磁気ディスク、3…ヘッドスライダ、10…薄膜磁気ヘッド、10A…再生ヘッド部、10B…記録ヘッド部、11…基体、12, 19, 21, 23, 25…絶縁層、13…下部シールド層、14…シールドギャップ膜、15…上部シールド層、16…MR素子、17…分離層、18…補助磁極層、22…主磁極層、22A…先端部、22B…後端部、23…ギャップ層、24…薄膜コイル、24A…第1コイル、24B…第2コイル、24AU, 24BU…上面、24AS…側面、24Z…絶縁壁、26…絶縁層、27…リターンヨーク層、28…オーバーコート層、29…磁極層、30…エアベアリング面、42, 53…螺旋状溝、51…巻線間領域、52…内部領域、FP…フレアポイント、NH…ネックハイト、TH…スロートハイト、TP…スロートハイトゼロ位置。

【書類名】 図面

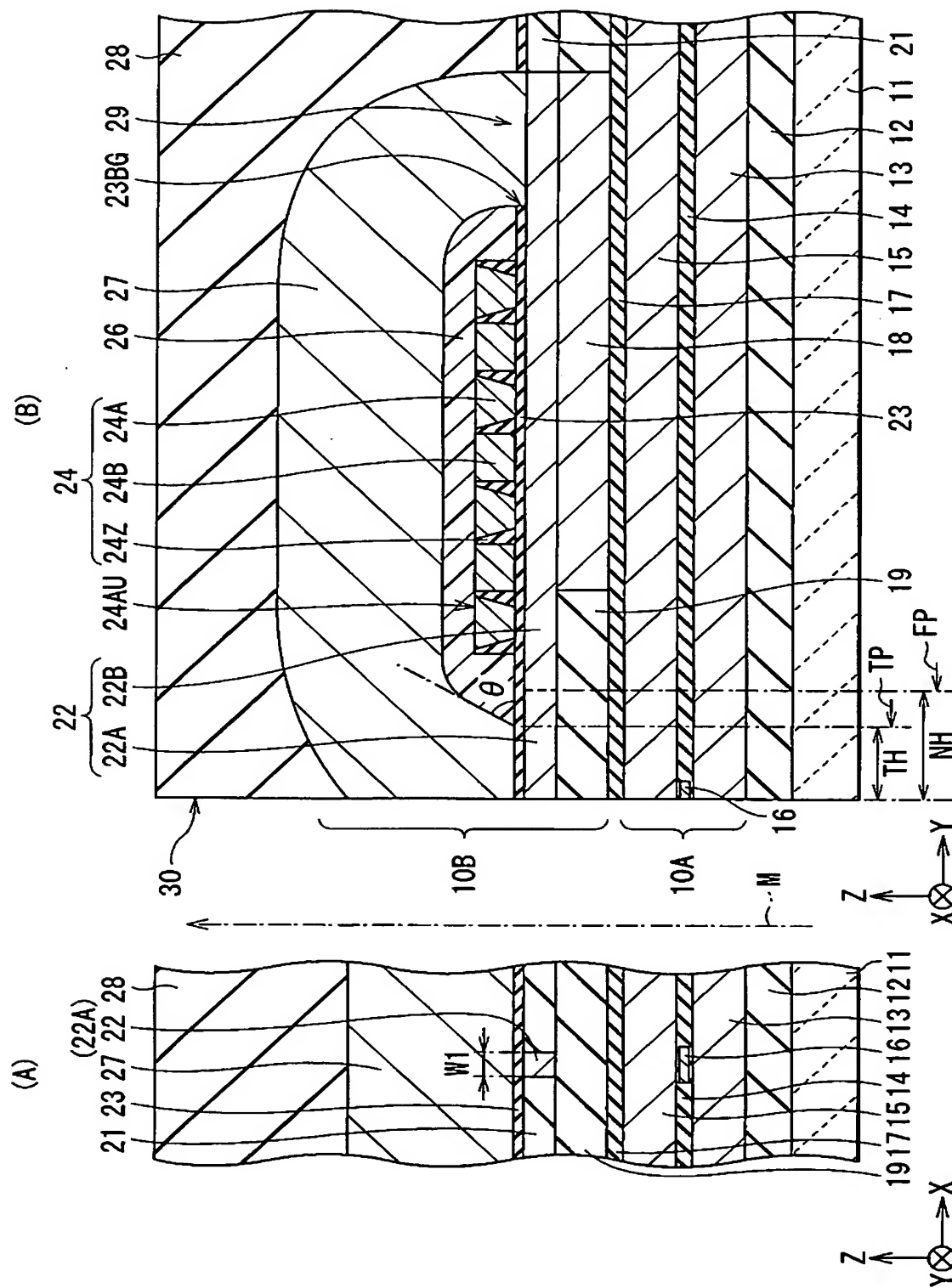
【図 1】



【図 2】

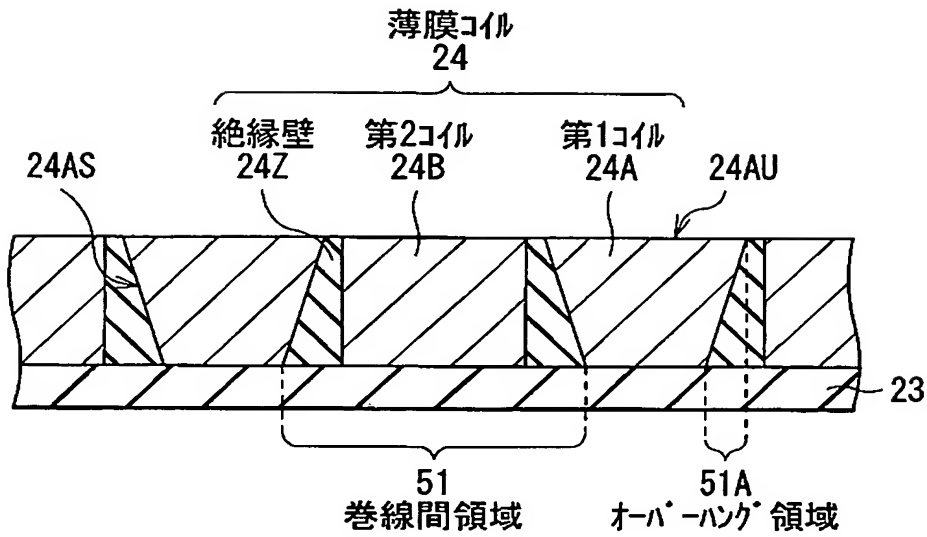


【図 3】

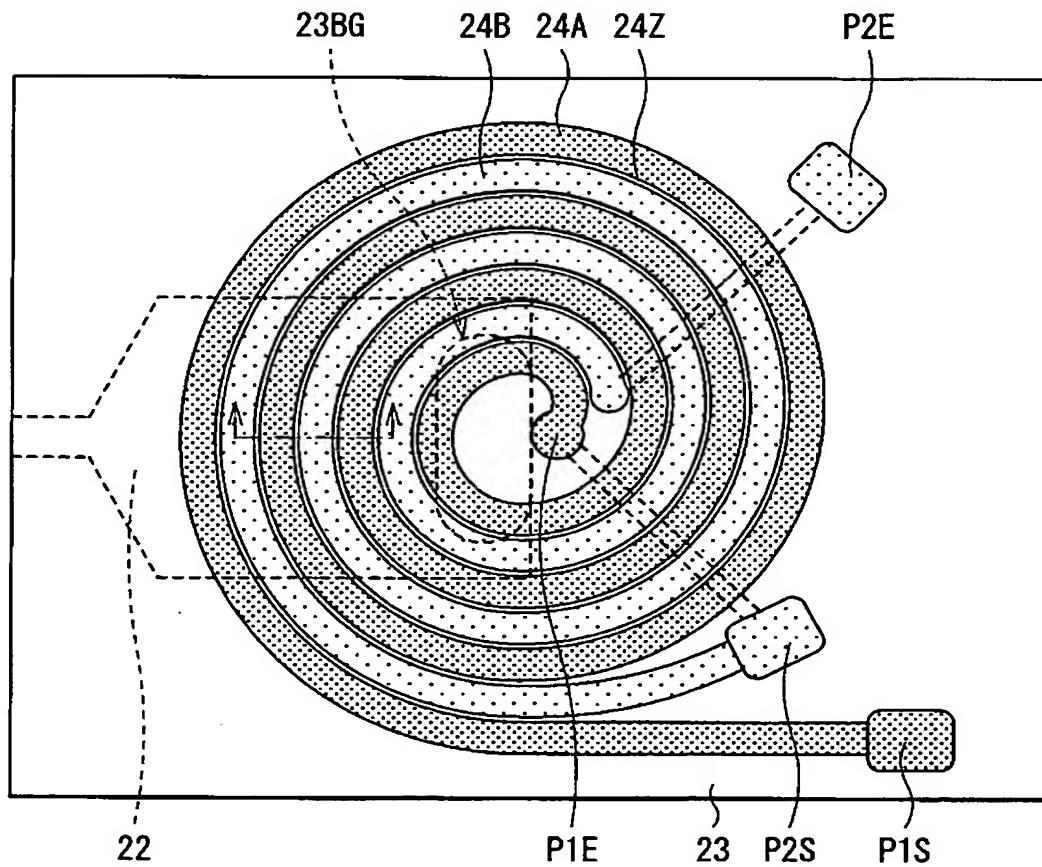




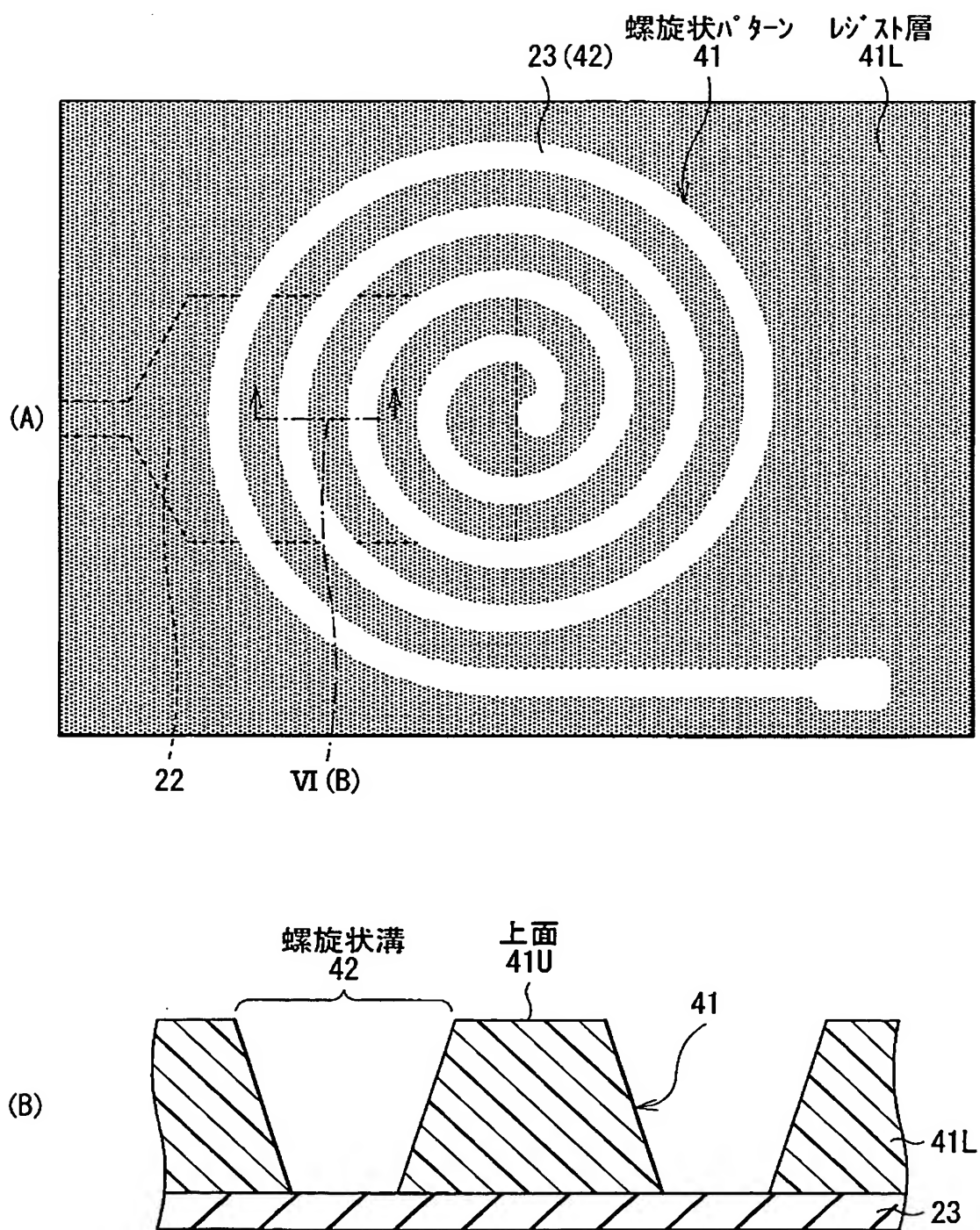
【図 4】



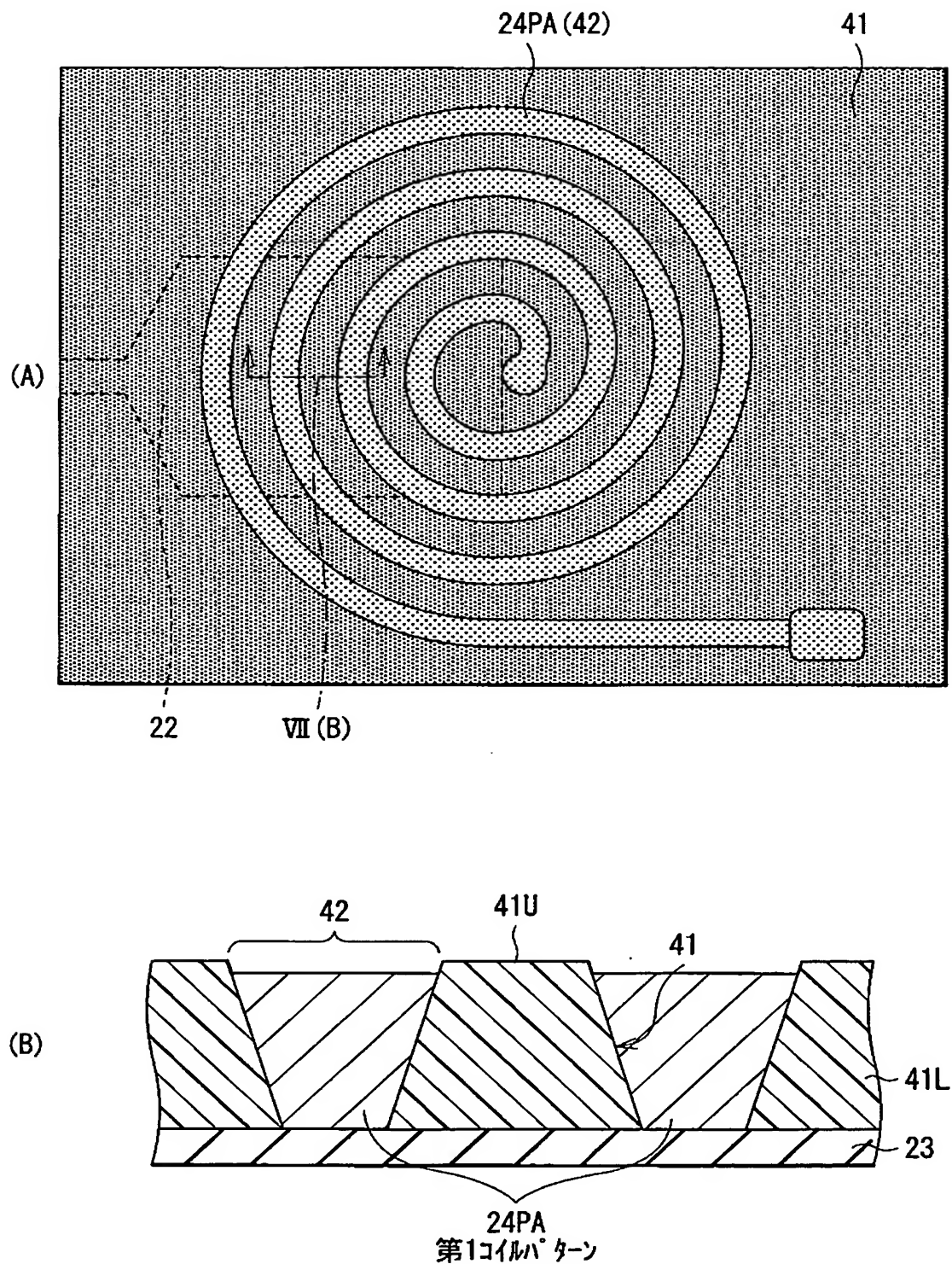
【図 5】



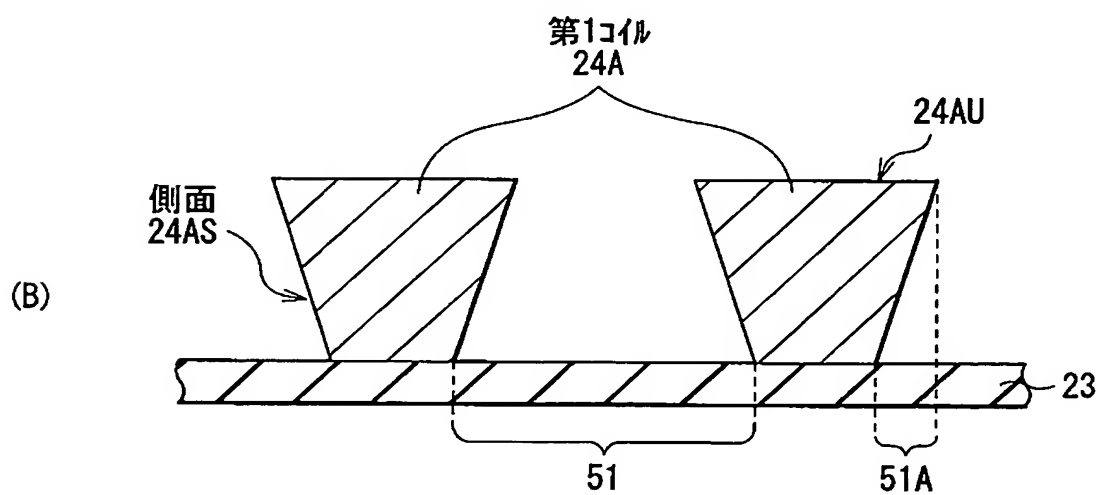
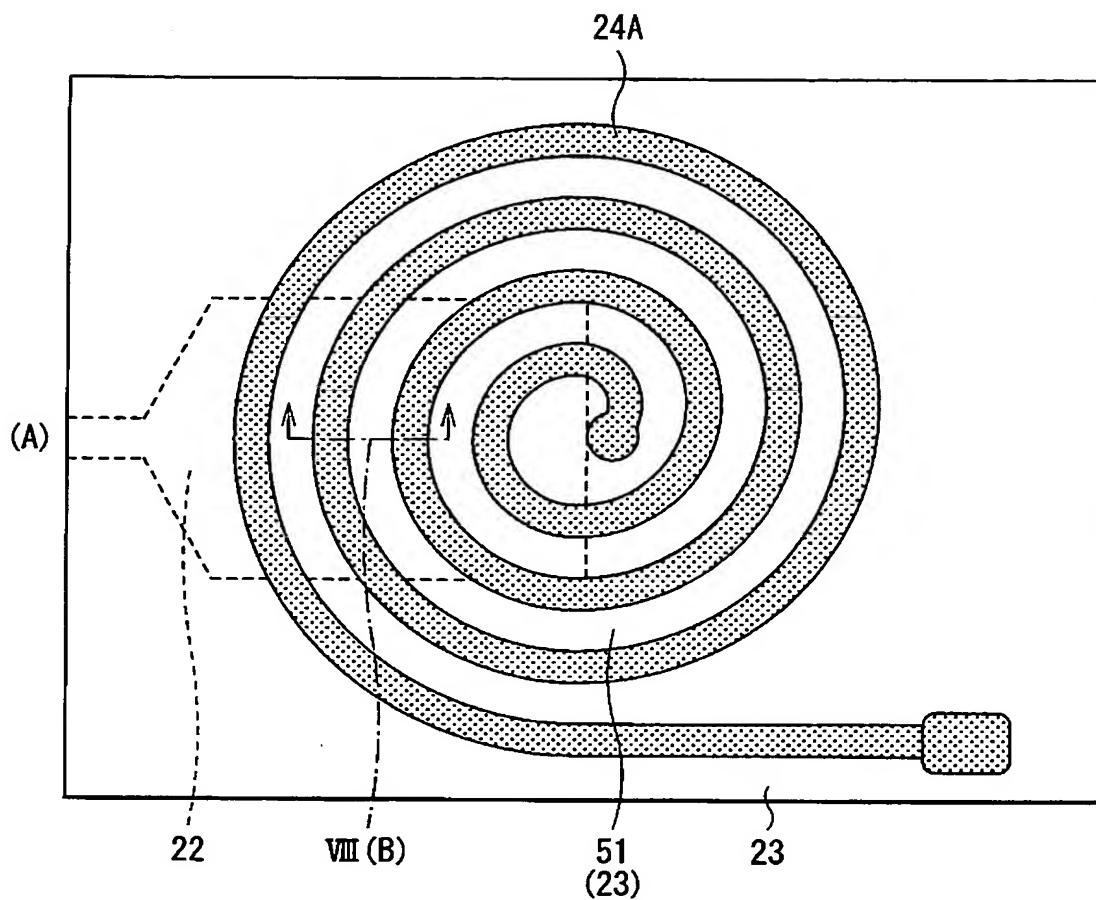
【図 6】



【図 7】

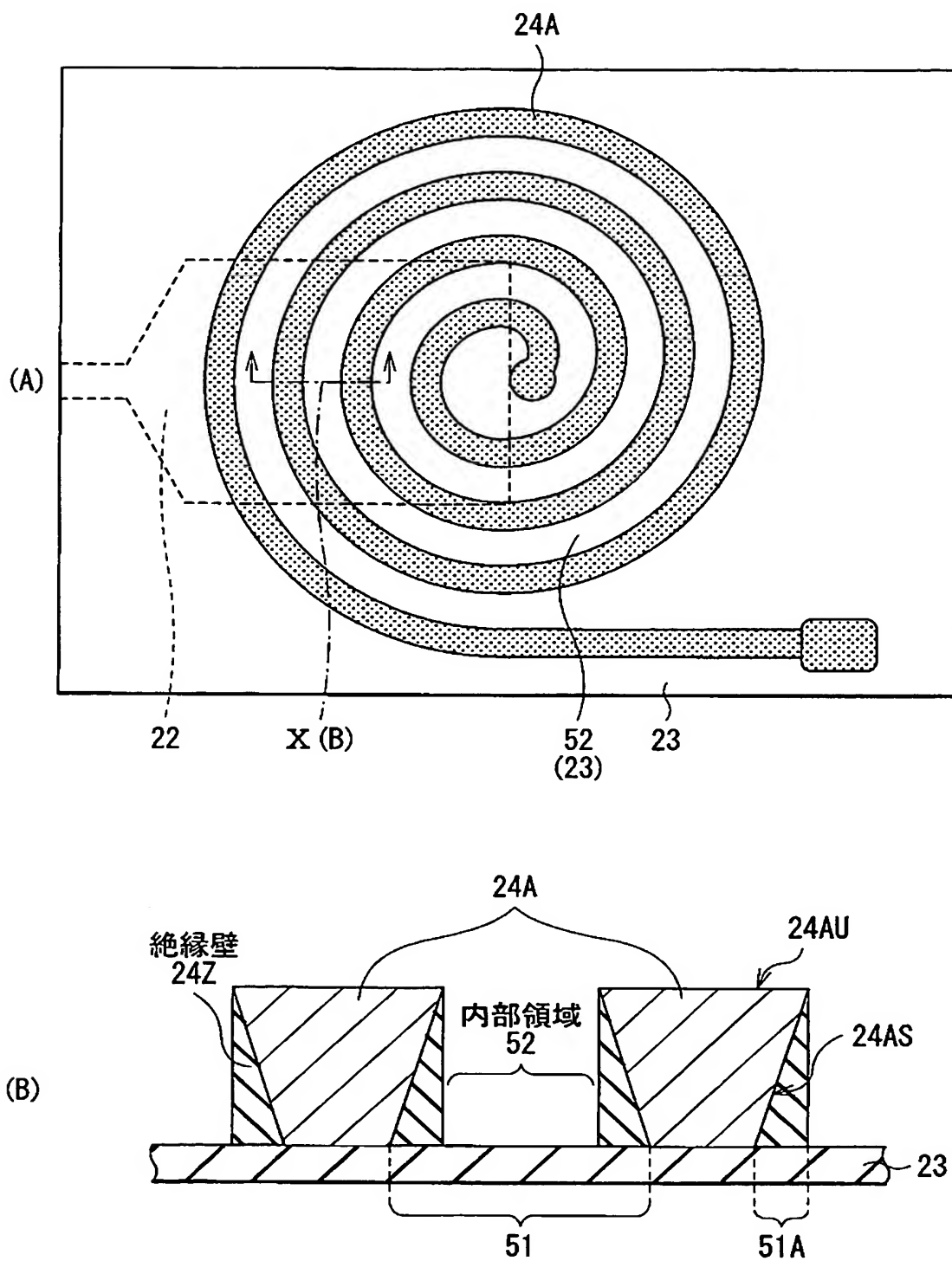


【図 8】

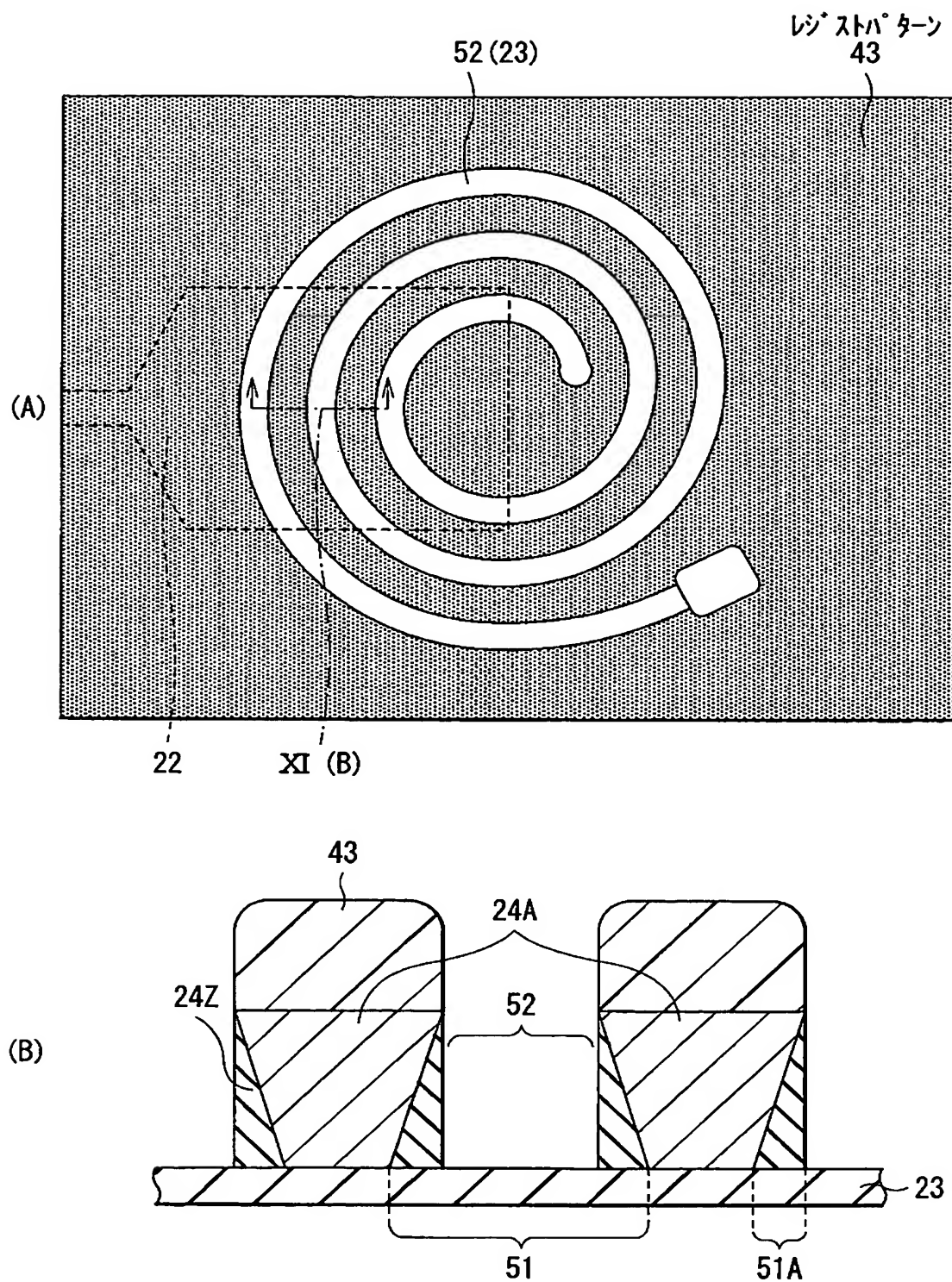




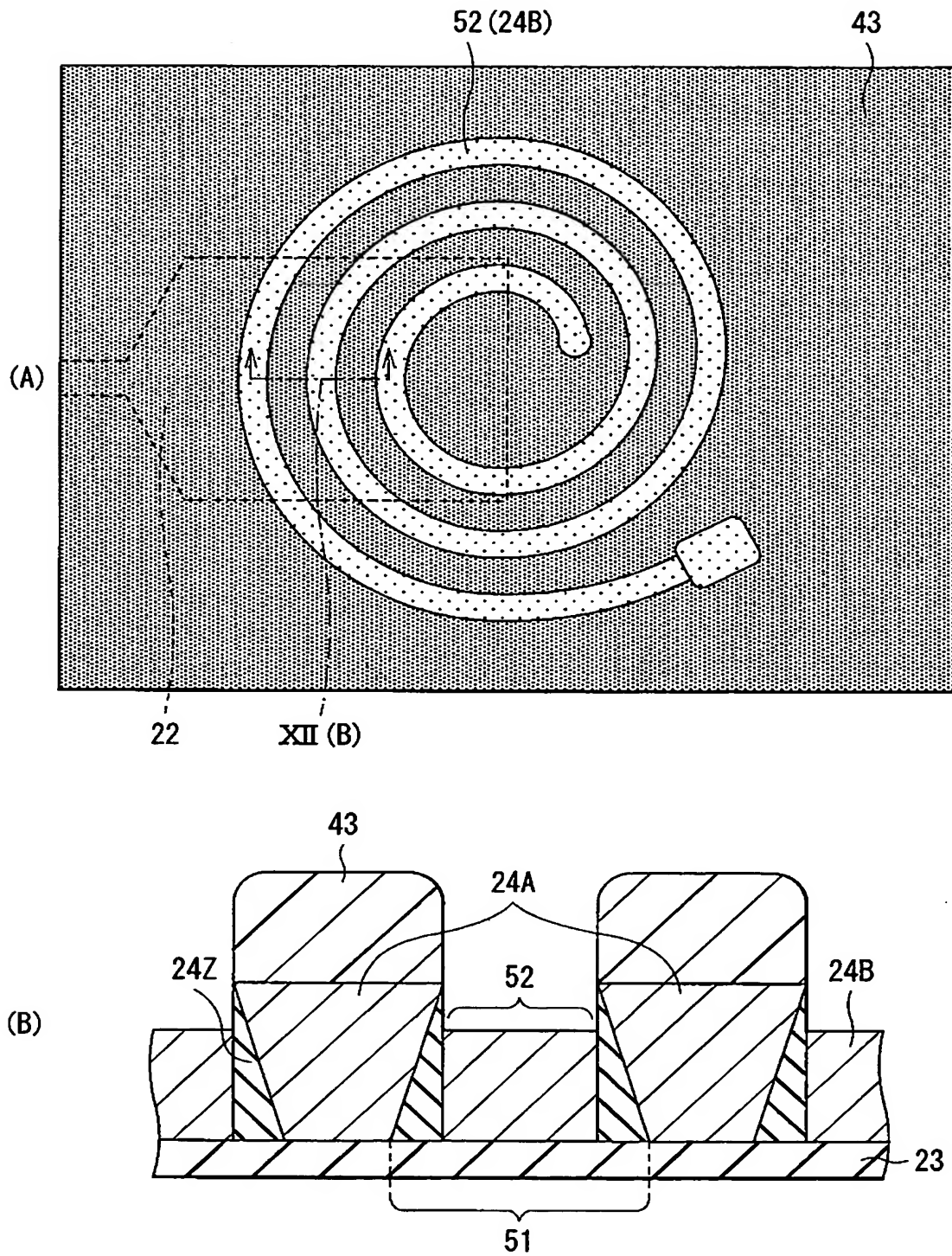
【図 10】



【図 11】

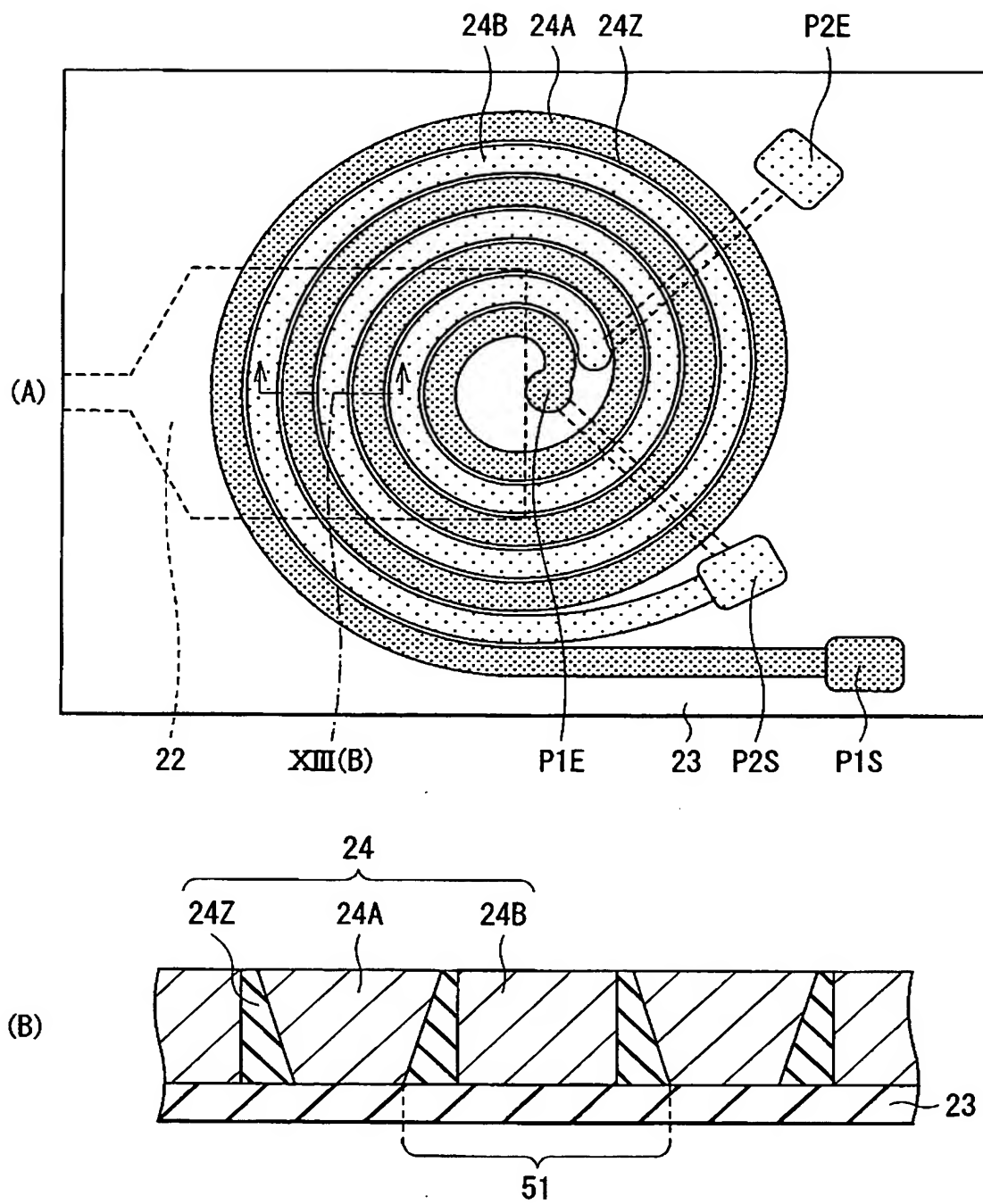


【図 12】

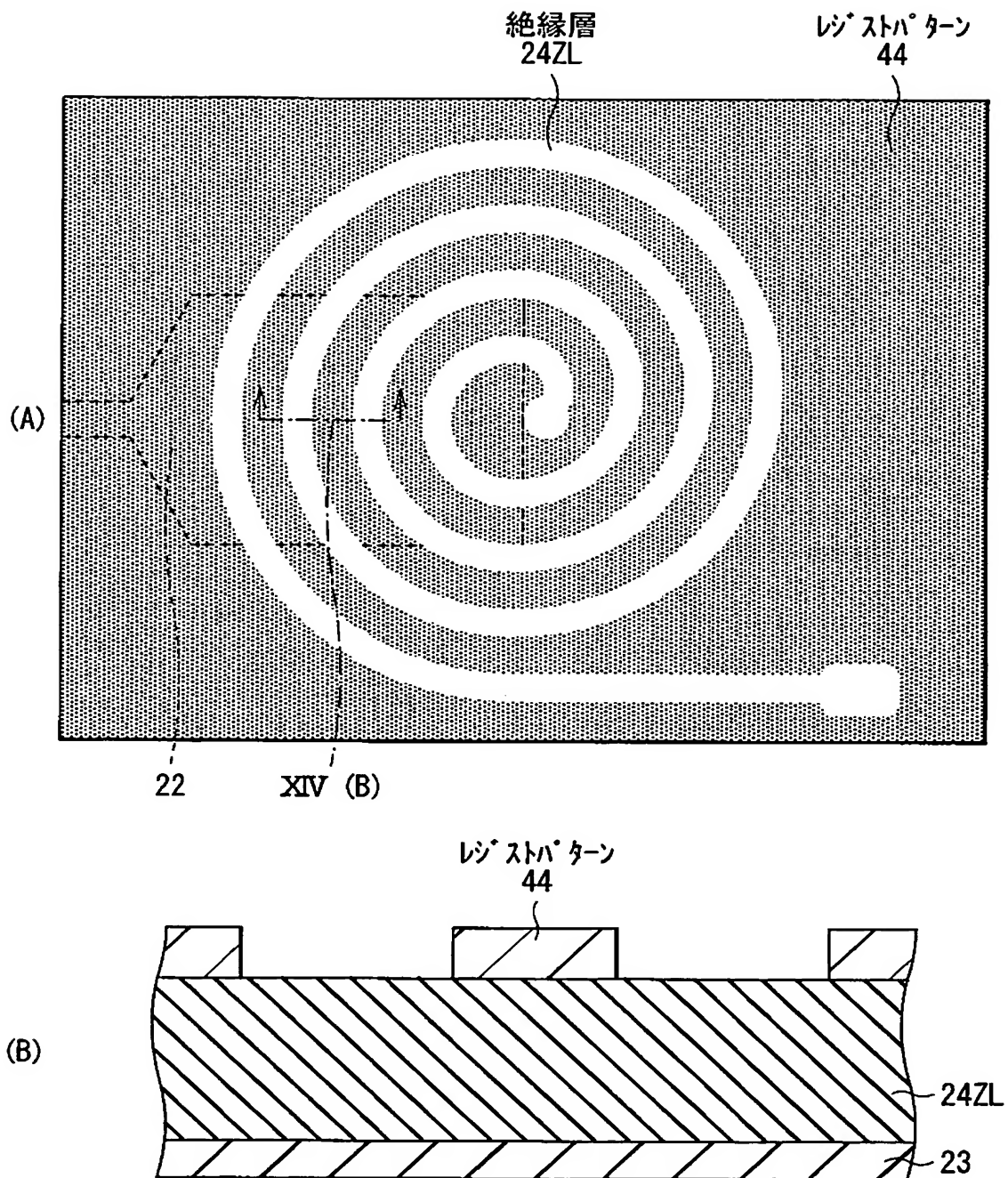




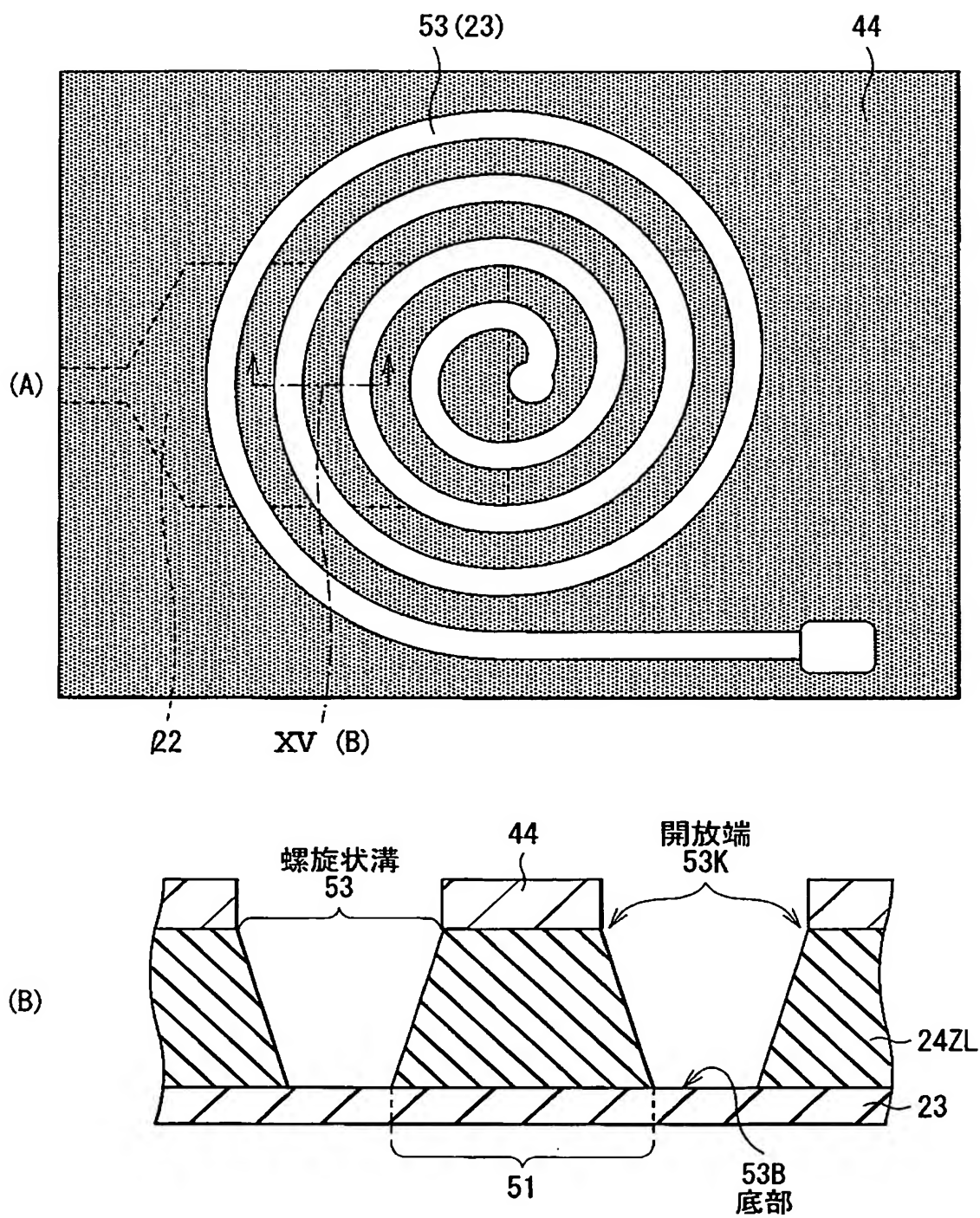
【図 13】



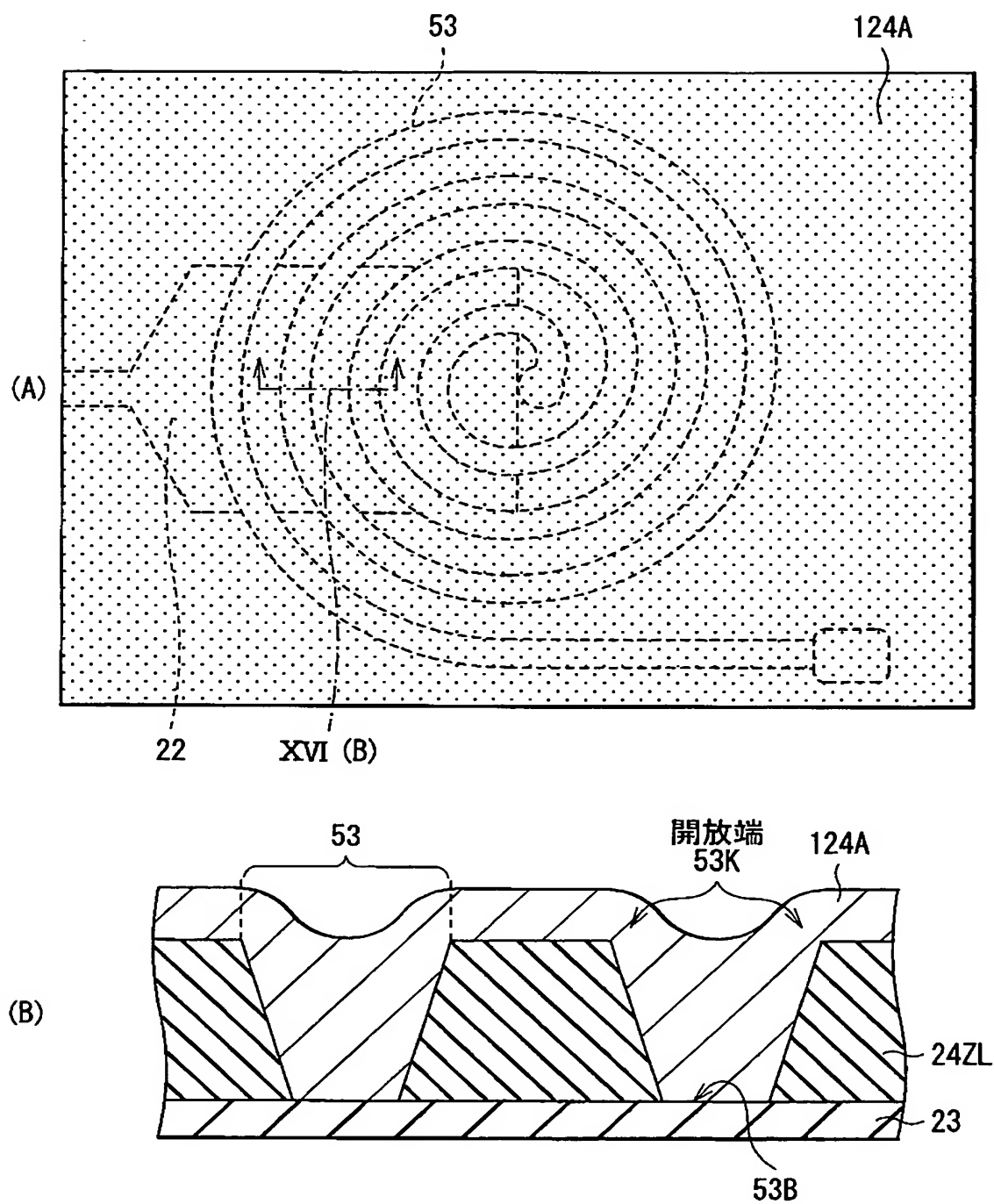
【図 14】



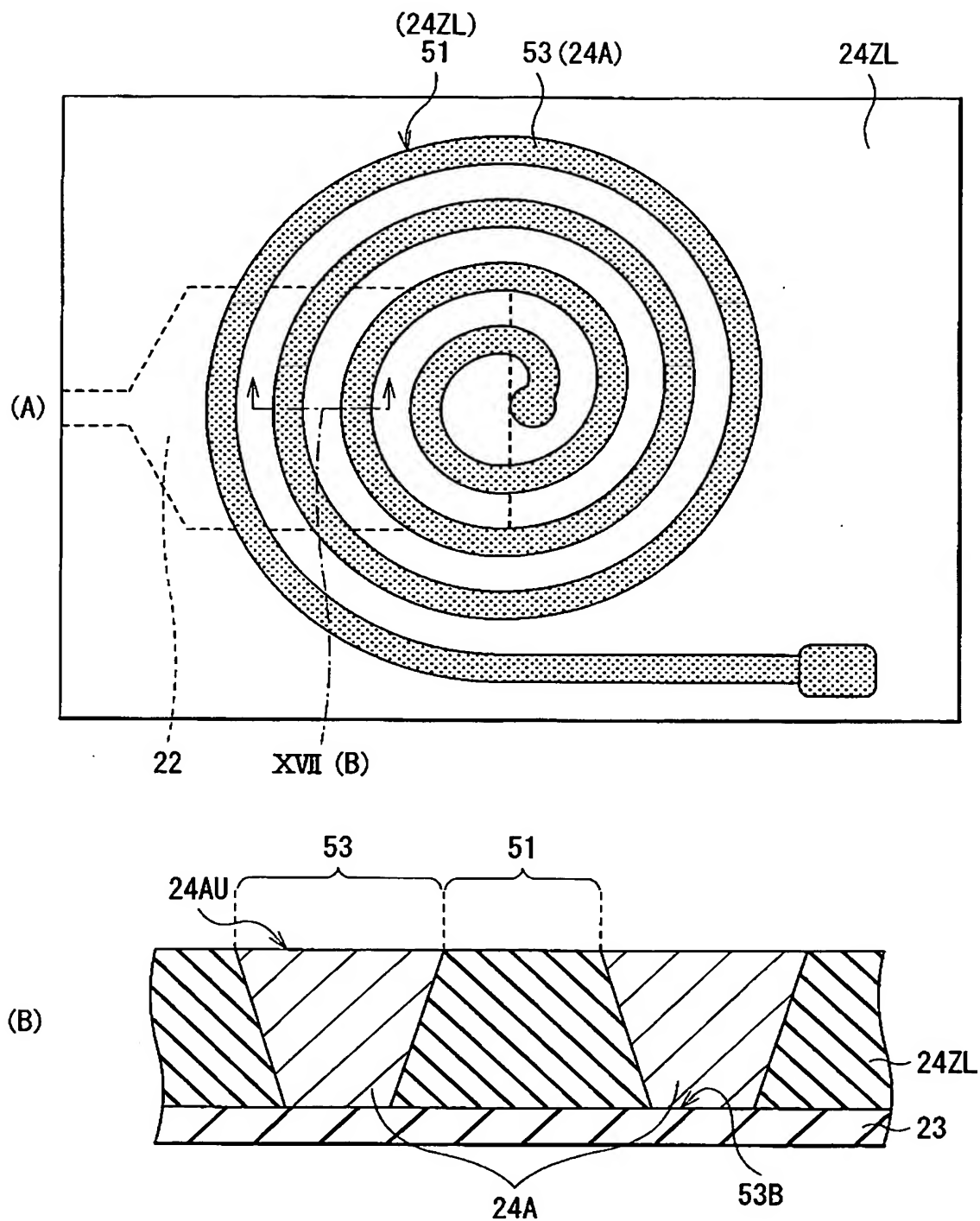
【図 15】



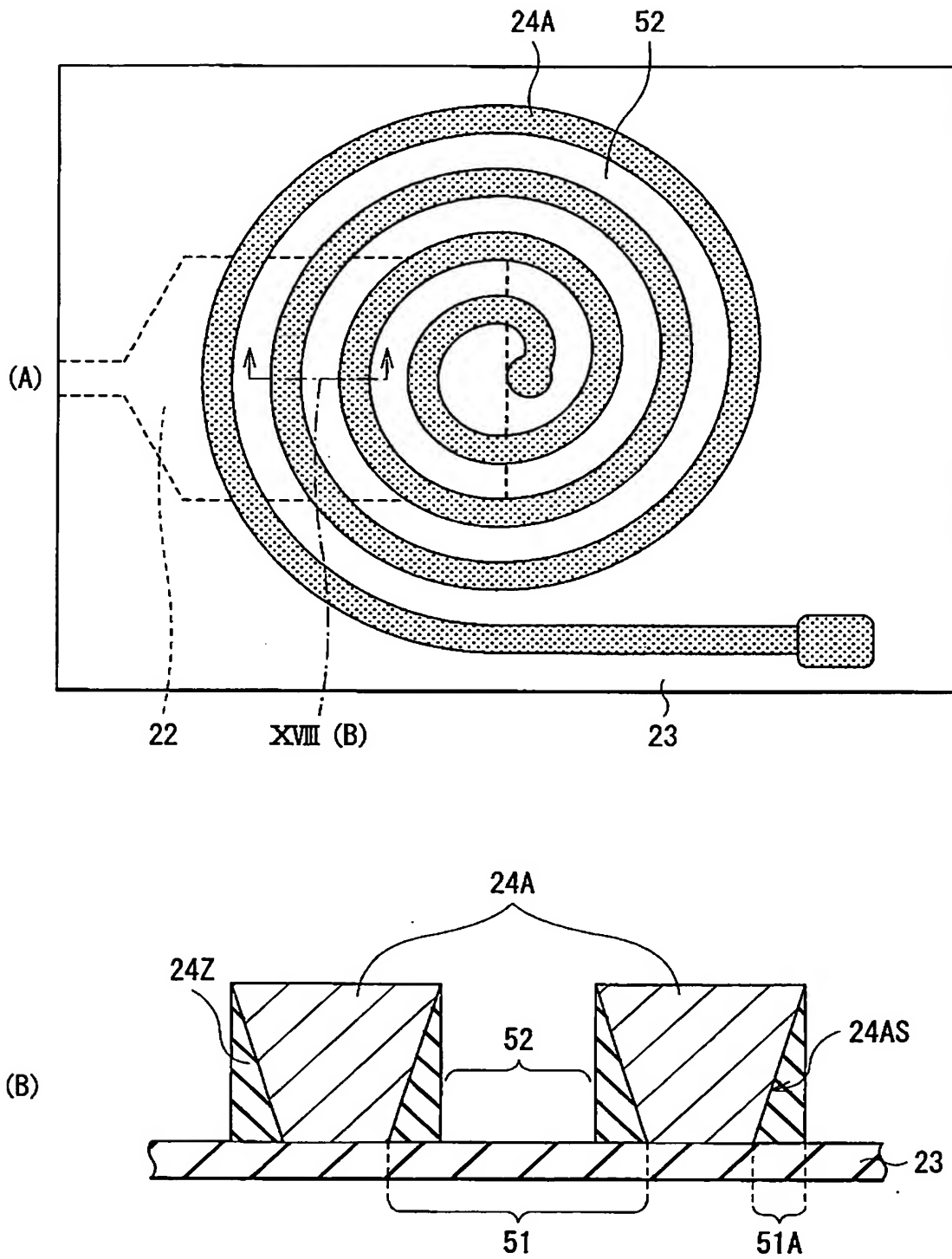
【図 16】



【図 17】

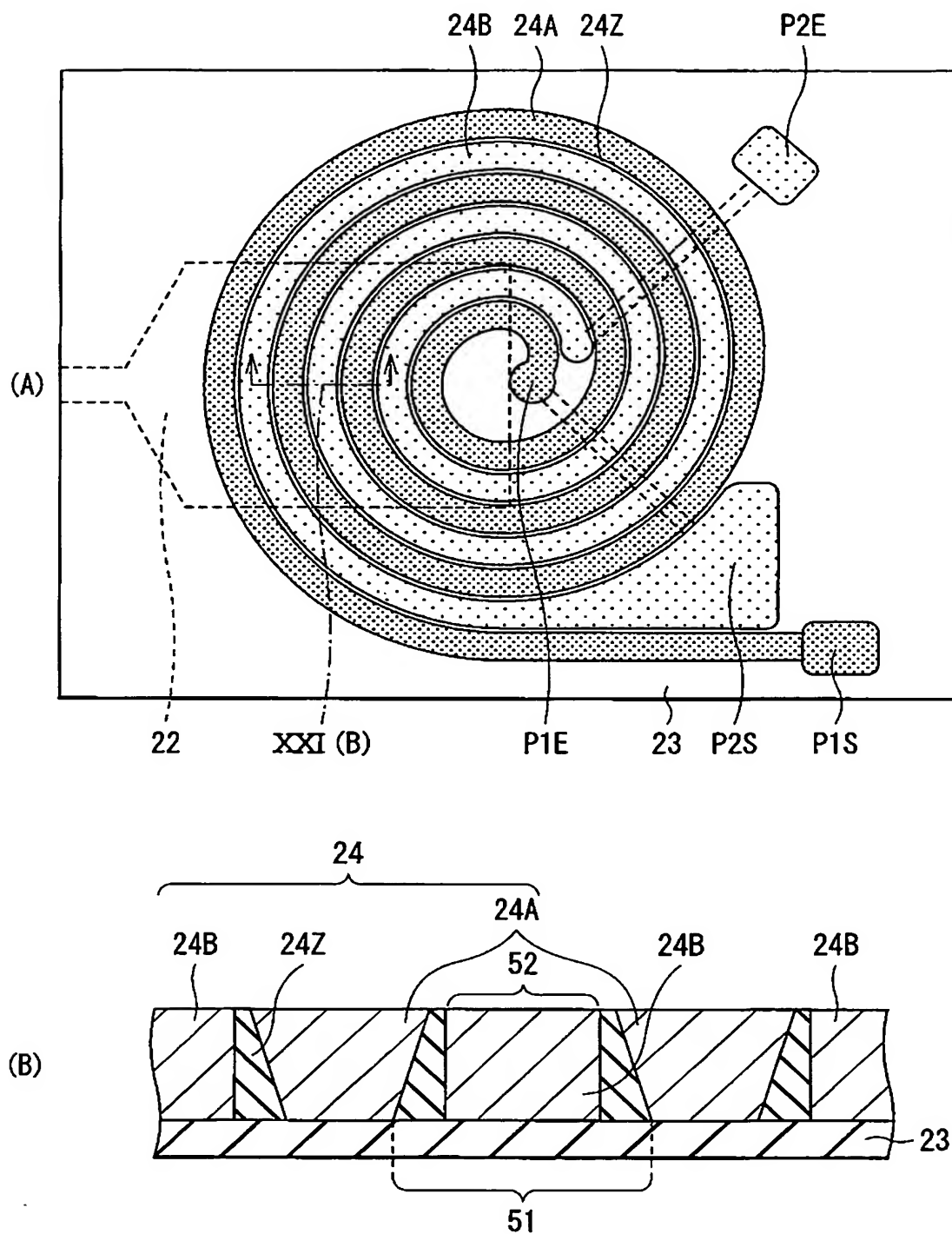


【図 18】



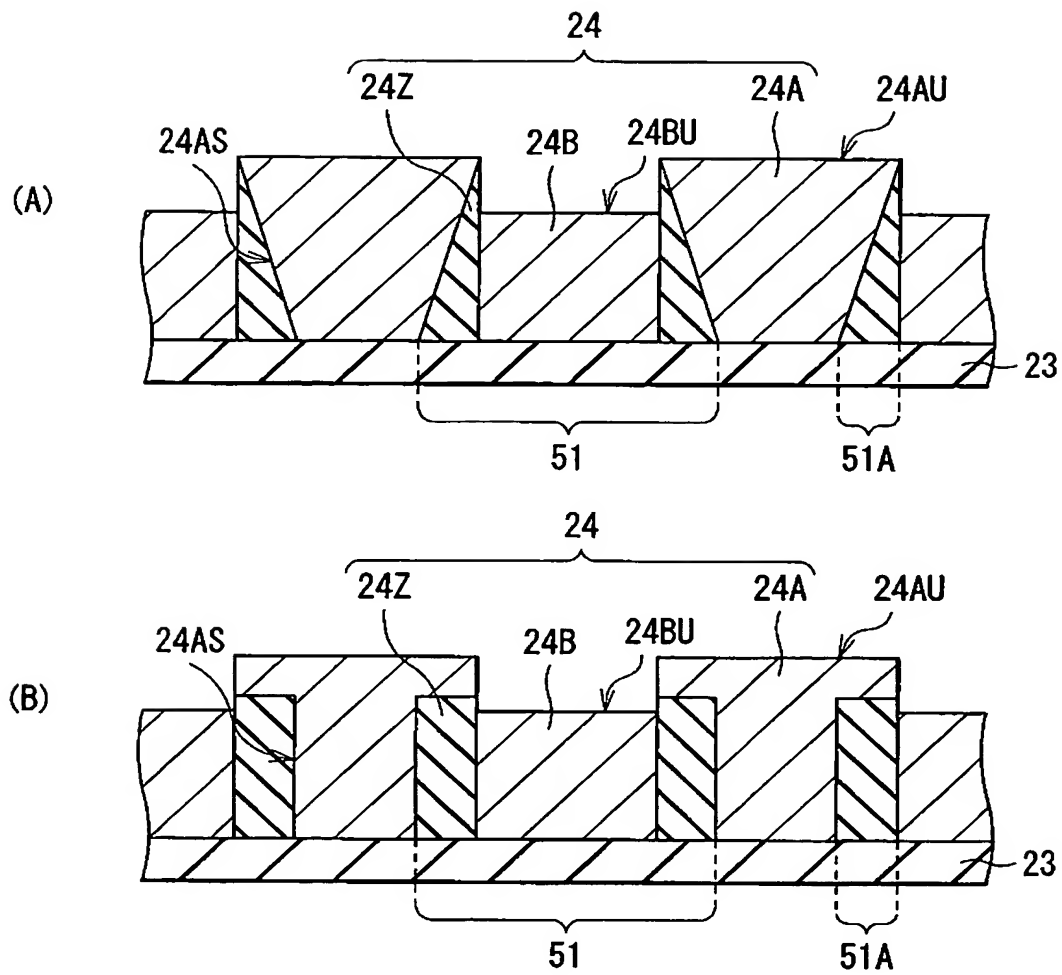


【図 20】





【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高密度に形成された薄膜コイルおよびその形成方法、ならびにこのような薄膜コイルを備え、さらなる高記録密度化に対応しつつ、安定した記録特性を確保することが可能な薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 上面 2 4 A U が最大幅をなす第 1 コイル 2 4 A と、この第 1 コイル 2 4 A をマスクとして用い、巻線間領域 5 1 を埋め込む絶縁層 2 4 Z L を選択的にエッチングすることにより形成された絶縁壁 2 4 Z と、この絶縁壁 2 4 Z によって第 1 コイル 2 4 A と隔てられた第 2 コイル 2 4 B とを備えるようにした。このため、第 1 コイル 2 4 A の巻線体と第 2 コイル 2 4 B との巻線体との電氣的絶縁性を確保しつつ、より狭い空間に形成することが容易に可能となる。

【選択図】 図 3

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 5 3 4 2 5
受付番号	5 0 3 0 0 8 9 7 6 3 7
書類名	特許願
担当官	古田島 千恵子 7 2 8 8
作成日	平成 1 5 年 6 月 1 0 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	500393893
【住所又は居所】	香港新界葵涌葵豊街 3 8 - 4 2 號 新科工業中心
【氏名又は名称】	新科實業有限公司

## 【特許出願人】

【識別番号】	000003067
【住所又は居所】	東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号
【氏名又は名称】	ティーディーケイ株式会社

## 【代理人】

申請人

【識別番号】	100109656
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿 1 丁目 9 番 5 号 大台ビル 2 階 翼国際特許事務所
【氏名又は名称】	三反崎 泰司

## 【代理人】

【識別番号】	100098785
【住所又は居所】	東京都新宿区新宿 1 丁目 9 番 5 号 大台ビル 2 階 翼国際特許事務所
【氏名又は名称】	藤島 洋一郎

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 5 3 4 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 5 0 0 3 9 3 8 9 3 ]

1. 変更年月日 2 0 0 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由] 新規登録

住 所 香港新界葵涌葵豊街 3 8 - 4 2 號 新科工業中心

氏 名 新科實業有限公司

特願 2 0 0 3 - 1 5 3 4 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 0 6 7 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 0 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号  
氏 名 ティーディーケイ株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 6 月 2 7 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号  
氏 名 T D K 株式会社